



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



TESIS

"DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICA MICROBIOLÓGICA
DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS TUBULARES DE LA
URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA"

PRESENTADA POR:

Bach. APAZA SANCA ANA FLORIAN

Bach. HALANOCCA TTITO CATIA ROXANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICO FARMACÉUTICO

JULIACA –PERÚ

2018



**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

TESIS:

**"DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICA MICROBIOLÓGICA
DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS TUBULARES DE LA
URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA"**

PRESENTADA POR:

- ❖ Bach. APAZA SANCA ANA FLORIAN
- ❖ Bach. HALANOCCA TTITO CATIA ROXANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

QUÍMICO FARMACÉUTICO

APROBADO POR:

PRESIDENTE DE JURADO

.....

Mgtr. DEMETRIO ENRIQUE PINTO RODRIGUEZ

MIEMBRO DEL JURADO

.....

Dra. Q.F. ROSSANA ELENA REYES SHULTZ

MIEMBRO DEL JURADO

.....

Mgtr. LILIANA MARYSOL ARAPA CHAMBI

DIRECTOR DE TESIS

.....

Mgtr. MARIA ANTONIETA LOAYZA LOPEZ

**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

SE APRUEBA PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL

RESOLUCIÓN N° 297-2016-D-FCS-UANCV

Juliaca, 14 de diciembre del 2016

VISTOS:

El Dictamen de Perfil de Tesis de fecha 12 de diciembre del 2016 y el expediente presentado por: GUAYATA TORRES, Kelly Anyela y APAZA SANCA, Ana Florian; quien solicita la aprobación del proyecto de Tesis Titulado: "DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICA MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS TUBULARES DE LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA", para optar el título profesional de QUÍMICO FARMACÉUTICO.

CONSIDERANDO:

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias de la Salud, la comisión de Grados y Títulos ha designado el jurado pertinente, el mismo que está integrado por:

Presidente	:	Mg. DEMETRIO ENRIQUE PINTO RODRIGUEZ
1er Miembro	:	Dra. ROSSANA ELENA REYES SCHULTZ
2do. Miembro	:	Mg. LILIANA MARYSOL ARAPA CHAMBI

Que, el jurado designado ha emitido el dictamen favorable para que dicho proyecto pueda ser aprobado por Resolución.

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario de la Facultad quien oficiará de Director de Tesis;

Estando el informe favorable de la Comisión de Grados y Títulos, en concordancia con el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias de la Salud y en uso de las atribuciones que le confiere la Ley Universitaria N° 23733, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria, Resolución de Institucionalización 1287-92-NAR. D.L. N° 739 y el estatuto de la UANCV, al Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud.

SE RESUELVE:

PRIMERO: APROBAR el PROYECTO DE TESIS titulado "DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICA MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS TUBULARES DE LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA". Presentado por: GUAYATA TORRES, Kelly Anyela y APAZA SANCA, Ana Florian; de conformidad con el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias de la Salud, se dispone su EJECUCIÓN.

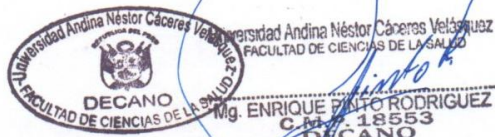
SEGUNDO: RECONOCER, como DIRECTORA DE TESIS a la Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud Mgtr. MARIA ANTONIETA LOAYZA LOPEZ.

TERCERO: La Facultad de Ciencias de la Salud, la Comisión de Grados y Títulos, la Dirección de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica y la Secretaría Académica de la Facultad quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.

DISTRIBUCIÓN

Jurados, EP, Farmacia y Bioquímica,
CGYT, Interesados, Arch.
DEPR/2016



**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

SE APRUEBA PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL

RESOLUCIÓN Nº 004-2017-D-FCS-UANCV

Juliaca, 06 de enero del 2017

VISTOS:

El expediente Nº 146 de fecha 04 de enero del 2017, presentado por la Bachiller: **APAZA SANCA, Ana Florian**, quien ha solicitado la rectificación de la Resolución Nº 297-2016-D-FCS-UANCV, de fecha 14 de diciembre del 2016, por la renuncia de **GUAYATA TORRES, KELLY ANYELA** e inclusión al trabajo de investigación a la Bachiller **HALANOCCA TTITO, CATIA ROXANA**. Para optar el título profesional de **QUIMICO FARMACEUTICO**

CONSIDERANDO:

Que, con fecha 27 de diciembre del 2016, la comisión de grados y títulos ha emitido proveído, de conformidad con el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Que, La Dirección de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias de la Salud, a solicitud de la interesada solicita la inclusión a la Bachiller **HALANOCCA TTITO, CATIA ROXANA**; y

Estando, el proveído de la Presidenta de la Comisión Permanente de Grados y Títulos, en concordancia con el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias de la Salud y en uso de las atribuciones que le confiere la Ley Universitaria Nº 30220, Ley de Creación de la UANCV Nº 23738 y modificatoria, Resolución de Institucionalización 1287-92-NAR. D.L. Nº 739 y el Estatuto de la UANCV, al Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud.

SE RESUELVE:

PRIMERO: DISPONER la Rectificación de la Resolución Nº 297-2016-D-FCS-UANCV y la inclusión de la Bachiller **HALANOCCA TTITO, CATIA ROXANA**, al Proyecto de Tesis.

SEGUNDO: La Facultad de Ciencias de la Salud, la Comisión de Grados y Títulos, la Dirección de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica y el Secretario Académico de la Facultad quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

DISTRIBUCIÓN
Jurados, EP. Farmacia y Bioquímica,
CGYT, Interesado, Arch
DEPR/2017





DEDICATORIA

A Dios quien dio a su hijo Jesús para ser salvos toda la humanidad por medio de él.

Sin él no hubiera sucedido esto.

A mis padres quienes siempre me apoyaron.

A mis Hermanos (as) y amigos (as)

Ana Florian. Apaza Sanca

A mis padres Simón y Maruja por su apoyo constante, ayuda económica y moralmente, porque ellos son el pilar fundamental en todo lo que soy, por enseñarme que todas las cosas hay que valorarlas y lucharlas para lograr mis objetivos.

A mis amigas Roxana, Emi, Ángela, Anita en quienes confié y no me defraudaron y por su constante insistencia en esta etapa.

Catia Roxana Halanocca Tito



AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, quien me dio sabiduría y esperanza en él.

*"el principio de la sabiduría es el temor a jehová;
los insensatos desprecian la sabiduría y
enseñanza"* proverbios 1:7

A papá y mamá quienes me formaron y educaron con principios y valores, que siempre estuvieron al pendiente de mí.

A doctores (as) hermanos (as) amigos (as) Dr. Maria Antonieta, Dr. Adalid, Q.F. Verónica por sus insistencia que me alientan a seguir adelante, que nunca es tarde.

En especial a mi amigo Ronald quien nos brindó su apoyo "es difícil el camino pero no imposible"

Ana Florian, Apaza Sanca

Agradezco a Dios por darme la vida, fuerzas y Fé para lograr objetivos alcanzados.

A mis padres quienes me dieron su confianza y apoyo constante durante todo este tiempo.

A Q.F Ruth Hancco por brindarme su apoyo, confianza, comprensión y amistad.

A mi amiga y compañera de tesis Anita Florian que en el andar de la vida nos encontramos y ha motivado para seguir con mis objetivos.

A mis docentes de la EAP. Farmacia y Bioquímica por brindarme las enseñanzas necesarias para seguir emprendiendo mi vida profesional en especial a Dra. María Antonieta Loayza Lopez.

Catia Roxana Halanocca Tito



INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
ASPECTOS GENERALES	3
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	4
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.	4
1.2.2. PREGUNTAS ESPECÍFICAS	4
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.	4
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.	5
1.5. LIMITACIONES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.	6
1.5.1. LIMITACIONES.	6
1.5.2. DELIMITACIONES.	6
1.6. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.	7
1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL.	7
1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	7
1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.	9
2.1.1. A Nivel Internacional	9
2.1.2. A Nivel Nacional	9
2.1.3. A Nivel Local	11
2.2. BASES TEÓRICAS.	12
CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA	12
2.2.1. Parámetros físicos-químicos.	15
a) Olor y sabor	15
b) Color	16
c) Turbiedad	16
d) pH	17
e) Conductividad	17
f) Sólidos totales disueltos	18
g) Cloruros	18



h)	Sulfatos.....	19
i.	Dureza total	19
j.	Amoníaco	20
k.	Hierro	20
l.	Manganeso.....	20
m.	Aluminio	21
n.	Cobre	22
o.	Zinc	22
p.	Sodio.....	23
q.	Nitratos.....	23
r.	Nitritos.....	23
2.2.2.	Calidad microbiológica del agua	24
a.	Bacterias Coliforme	25
b.	Organismos de vida libre	27
2.2.3.	Pozo tubular	29
CAPÍTULO III		32
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		32
3.1.	TIPO, LÍNEA Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.	32
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA. Población	33
3.3.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	34
3.3.1.	Materiales de laboratorio.....	34
3.3.2.	Métodos	36
3.3.3.	Análisis microbiológico.....	39
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	40
CAPÍTULO IV		41
RESULTADOS Y DISCUSION.....		41
4.1.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.2.	CONCLUSIONES.	107
4.3.	RECOMENDACIONES.	108
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		109
ANEXOS.....		116
CERTIFICADOS		129



INTRODUCCIÓN

Actualmente sufrimos una emergencia relacionada con el agua, “la causa principal en el mundo es el aumento exponencial de la población que establecería una mayor demanda de alimentos y de agua potable, la humanidad ejerce una mayor presión sobre los ecosistemas”¹. Esto implica, que no todas las personas accedan por igual al agua.

El acatamiento de los objetivos establecidos por la Organización de Naciones Unidas (ONU) legada para el año 2015 en concordancia al agua y el saneamiento es suministrar agua bebible apta para el consumo doméstico y humano de servicios de saneamiento a toda la población.²

El aprovechamiento inadecuado de las aguas subterráneas origina varios inconvenientes. El riesgo constante es la contaminación química y contaminación microbiana, si la contaminación es causada por microorganismos patógenos es viable la cabida de originar enfermedades. El agua potable o bebible para consumo doméstico y humano debe cumplir con los parámetros de calidad fijado en la normativa según reglamentos establecidos (MINAN – ANA). Por consiguiente el agua NO debe presentar ningún tipo sustancia química y microorganismo patógenos que sea perjudicial para la salud humana. “El acceso al agua potable es un inconveniente en los ámbitos nacional, regional y local así como en la ciudad de Juliaca el 31.1% de abastecimiento de agua para consumo humano provienen de pozos tubulares o artesanales y estos superan los 30 L/s (INEI, 2012), cuyos volúmenes les permiten la utilización para el consumo y otras actividades humanas los cuales son consumidos en forma directa sin ningún tratamiento”³.

Las aguas de pozos tubulares que utiliza la ciudad de Juliaca, no realizan ningún tipo de tratamiento de potabilización, ni monitoreo medioambiental por lo que consideramos de especial importancia determinar los parámetros físico química microbiológica; ya que estas son susceptibles a ser contaminadas por material orgánico que con llevan a la contaminación de microorganismos exponiendo a las personas a un riesgo de enfermedades gastrointestinales e intoxicación por sustancias químicas, de esta manera nuestro proyecto de investigación busca



estudiar la característica físico química microbiológica del agua beble para consumo humano de pozos tubulares provenientes de aguas subterráneos en la Urbanización de Satélite de la Ciudad de Juliaca.

El objetivo de la investigación busca dar respuesta a la siguiente interrogante:
¿Cuál es la Calidad Físico Química Microbiológica del agua de pozos Tubulares para consumo humano en la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca?





CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

El agua bebible o potable y saneamiento básico en toda América Latina es escasa e inapropiado, los factores que limitan son: "la capacidad financiera limitada de los organismos encargados de suministrar estos servicios y la institucionalidad débil del sector. Asimismo viene experimentando un crecimiento demográfico creciente acompañado de una urbanización progresiva aproximada del 78% que hacen una presión sobre los servicios básicos, y para enfrentar esta demanda se requiere un equivalente al 0,31% del Producto Bruto interno global actual de la región Puno"⁴. La contaminación del agua en muchas zonas son vertimientos de efluentes domésticos, mineros, industriales, y la utilización de compuestos químicos en la agricultura que generalmente desembocan a un río, lago, lagunas u océanos esto es totalmente alarmante, dicha contaminación incrementaría el costo de tratamiento del agua para su abastecimiento humano y ocasionando efectos en el medio ambiente, la salud y el estado uniforme de la naturaleza.

El agua bebible o el agua potable, es aquella agua que se puede usar sin restricciones necesitando solo un proceso de descontaminación y es inmune para la salud. Para lo cual debe cumplir con valores máximos y mínimos permisibles en cuanto a sus características físicas y contenido microbiológico patógeno⁵.

La población en creciente presenta mucha dificultad al acceso de agua bebible o potable y busca otras alternativas de obtener agua de pozos tubulares con el propósito de substituir una necesidad como es la carencia de agua potable; esta realidad es un problema de impacto social. "El foro mundial del agua estima que anualmente se producen entre 80 mil y 100 mil muertes en toda Latinoamérica a consecuencia del consumo prolongado de aguas contaminadas con microorganismos patógenos"⁵.



1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál es la calidad físico químico microbiológica del agua de pozos tubulares para consumo humano en la urbanización satélite de la ciudad de Juliaca?

1.2.2. PREGUNTAS ESPECÍFICAS

- ¿Cómo son las características físicas del agua para consumo humano de pozos tubulares en la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca?
- ¿cuáles son las características químicas del agua para consumo humano de pozos tubulares en la Urbanización Satélite la ciudad de Juliaca?
- ¿Cuál es el contenido microbiológico del agua para consumo humano de pozos tubulares en la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

- Evaluar la característica física química microbiológica del agua para consumo humano de pozos tubulares en la urbanización de satélite de la Ciudad de Juliaca.

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.

- Demostrar las características físicas del agua para consumo humano de pozos tubulares en la urbanización satélite de la ciudad de Juliaca.
- Comprobar los parámetros químicos del agua para consumo humano de pozos tubulares en la urbanización satélite de la ciudad de Juliaca.
- Analizar el contenido microbiológico del agua para consumo humano de pozos tubulares en la urbanización satélite de la ciudad de Juliaca.



1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

El agua bebible es uno de los recursos más significativos y muy carente que tienen los habitantes en el mundo y nuestra nación es una de ellas, por lo tanto la población de nuestro país se ve obligada a consumir el agua no tratada de orígenes cuya calidad es no apto para el consumo humano y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos.

El agua bebible o potable es una necesidad primordial y fundamental para el ser humano, y el inconveniente principal que enfrenta nuestra ciudad de Juliaca es el deficiente y escaso servicio de dotación de agua potable, servicio que está a cargo de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS seda Juliaca) de posesión municipal. Según el análisis que presenta el Plan Maestro (2008-2037) ésta entidad viene echando pérdidas en los últimos cuatro años, sus ingresos no cubren sus costos de explotación, Más alarmante incluso a lo inicial es que el capital de nuestra provincia de san Román ciudad de Juliaca presenta contaminación de los recursos de aguas superficiales causada por descargas de desagües y desechos que son vertidos al río Coata con un limitado tratamiento y que afecta a la fauna que eventualmente habitan en dichos espacios por el aumento de la carga microbiológica y orgánica.

En la actualidad no hay estadísticas sobre los niveles de contaminación por coliformes totales y fecales del agua de pozos. Se imagina que su contaminación estaría en aumento por la mayor generación de residuos sólidos que son expulsados y el incremento de los desechos orgánicos de los desagües y confirmación la presencia de organismo coliformes como la *Escherichia coli*, que se ve cómo riesgo potencial de infecciones gastrointestinales.

Así mismo el actual deber de investigación proyecta determinar la condición física y el contenido microbiológico del agua bebible para consumo humano de la urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca.

1.5. LIMITACIONES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.5.1. LIMITACIONES.

Se debe tener en consideración lo siguiente:

- Poca accesibilidad para la toma de la muestra.

1.5.2. DELIMITACIONES.

a) Espacio Geográfico

La investigación se realizará en el primer sector de Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, Región de Puno.



Urbanización Satélite - Fuente: Google maps.

b) Unidad de Investigación

La presente investigación considera como muestra el agua de pozos tubulares para consumo humano en la urbanización satélite de la Ciudad capital de la provincia de San Román ciudad de Juliaca.

c) Ubicación Temporal

El estudio se desarrollará entre los meses de diciembre 2016 - febrero del año 2017.



1.6. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL.

- El agua para consumo humano de pozos tubulares en la Urbanización Satélite de la Ciudad de Juliaca se encuentra dentro de los parámetros establecidos de calidad que indica la norma técnica.

1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El agua para consumo humano de pozos tubulares en la urbanización satélite de la ciudad de Juliaca se encuentra dentro de los parámetros físicos que indica el reglamento de la calidad del agua para consumo humano Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.
- El agua para consumo humano de pozos tubulares en la urbanización satélite de la ciudad de Juliaca se encuentra dentro de los parámetros químicos que indica el reglamento de la calidad del agua para consumo humano Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.
- El agua para consumo humano de pozos tubulares en la urbanización satélite de la ciudad de Juliaca se encuentra dentro de los parámetros microbiológicos que indica el reglamento de la calidad del agua para consumo humano Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.



1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

Variable	Dimensión	Indicador	Escala De Valores	
			Unidad de medida	Límite máximo permisible
Variable Independiente. 1.CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLOGICA DEL AGUA	1.1. Calidad Fisicoquímica Del Agua	1.1.1. Olor 1.1.2. Sabor 1.1.3. Color 1.1.4. Turbiedad 1.1.5. pH 1.1.6. Conductividad 1.1.7. S.T.D.* 1.1.8. Cloruros 1.1.9. Sulfatos 1.1.10. Dureza total 1.1.11. Amoníaco 1.1.12. Hierro 1.1.13. Manganeseo 1.1.14. Aluminio 1.1.15. Cobre 1.1.16. Zinc 1.1.17. Sodio 1.1.18. Nitratos 1.1.19. Nitritos	-- --- UCV escala pt/Co UNT Valor de pH µmho/cm mgL-1 mg Cl - L-1 mg SO4 = L-1 mgCaCO3 L-1 mg N L-1 mg Fe L-1 mg Mn L-1 mg Al L-1 mg Cu L-1 mg Zn L-1 mg Na L-1 mg NO3 L-1 mg NO2 L-1	Aceptable Aceptable 15 5 6,5 a 8,5 1 500 1 000 250 250 500 1,5 0,3 0,4 0,2 2,0 3,0 200 50,00 3,00 - 0,20
	1.2. Calidad Microbiológica Del Agua	1.2.1. Bacterias Coliformes Totales. 1.2.2.E. Coli 1.2.3.Bacterias Coliformes Termotolerantes. 1.2.4. Organismos de vida libre como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos.	UFC/100 mL a 35°C UFC/100 mL a 44,5°C UFC/100 mL a 44,5°C N° org/L	0 (*) 0 (*) 0 (*) 0 (*)
Variable dependiente. 2.POZO TUBULAR	2.1. características del pozo tubular	2.2.1. Profundidad	tipos	---

*S.T.D: Solidos Totales Disueltos

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.

2.1.1. A Nivel Internacional

Meléndez R.; Cervantes J.; Barradas L.⁶ (2010), quienes realizaron la investigación titulada **“Calidad del agua de la niebla captada artificialmente en la Microcuenca del río Pixquiac, Veracruz, México”** donde, “Determinan si el agua recogida artificialmente de la niebla en la zona central montañosa del estado de Veracruz es apta para el consumo humano, realizando un muestreo preliminar con fechas de enero a marzo del año 2010 periodo de mayor frecuencia de nieblas, evalúan su calidad físicos, químicos y biológicos. Encontrando que el agua contiene metales pesados como el mercurio, organismos coliformes y cantidades altas de nitrógeno amoniacal y la solución es aplicar un tratamiento de saneamiento para uso humano”.

2.1.2. A Nivel Nacional

Fabián L., Wong M. y Naguiomy J.⁷ (2015). Realizaron **“Análisis de la calidad de agua potable y estrategias de intervención para su mejor uso en el distrito de Huaura”**. El presente análisis a la calidad del agua potable realizado en las localidades de Ingenio y El Carmen del distrito de Huaura, provincia de Huaura en el año 2014 consistió en la medición de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, utilizando un protocolo validado por el Ministerio de Salud. Los resultados indican que la calidad del agua no es apto para el consumo por que no está en los Límites Máximos Permisibles que ya se encuentran establecidas en el Reglamento de calidad de agua para consumo humano (Decreto Supremo N° 031-2010-SA) demostrando presencia de Boro y Cloro, Coliformes totales y termotolerantes mayores a los límites máximos permisibles. El estudio recomienda realizar mejoras en elevar calidad del agua potable que distribuye a los habitantes de la Municipalidad distrital de Huaura.



Christine Marie G. et al.⁸ (2014) quienes realizaron la investigación titulada **“Arsénico en el agua potable: una amenaza para la salud reconocido en el Perú”** quienes tomaron muestras de 151 orígenes de agua para consumo humano (111 de cañerías de agua potable y 40 ríos y piletas municipales), también la toma fue realizada en 12 distritos de Lima, Puno y su provincia de Juliaca y la Oroya, entre agosto y octubre del año 2012. Las muestras recolectadas se realizaron utilizando un equipo de espectrometría de masas de plasma con acoplamiento inductivo (ICP-MS), este equipo es capaz de detectar trazas mínimas de diversos compuestos químicos, y mediante un kit comercial llamado Arsenic Econo-Quick® con el fin de validarlo. Aquí lo más preocupante es que más de la mitad de las muestras realizadas (62 de 111) excedieron los 0,05 mg / litro. Los resultados obtenidos se mostraron que el 86% de las muestras recolectadas directamente de los conductos de agua potable exceden los límites que ya están establecidas por la Organización Mundial Salud y nuestra normativa nacional. En la provincia de San Román exactamente en sus distritos de Caracoto y Juliaca, la situación se encuentra peor porque el 96% de las muestras recolectadas y analizadas de agua potable superan estos límites.

Rodríguez A., y Olortegui L.,⁹ (2012). Quienes realizaron el **“Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del distrito de Trujillo departamento de La Libertad”**, utilizaron la Normativa de Calidad del Agua apto para el consumo Consumo Humano: PRONAP – MP (16) y la Norma de Fuentes de Agua de la OMS. El muestreo se realizó en cinco lugares específicos de la localidad (Urbanizaciones: Trupal, vista hermosa, Covirt, San Andrés y Monserrate); De los resultados obtenidos de la calidad del agua se demuestra que los resultados físicos químicos se encuentran dentro del parámetro PRONAP-MP a diferencia del examen Bacteriológico: en donde los depósitos de agua Vista Hermosa, Covirt, y Trupal es nulo; el resto de depósitos o reservorios presentan Coliformes fecales y totales. Se concluyó que el agua proveniente de los depósitos de agua de distribución de la empresa SEDALIB de Trujillo, está dentro de los parámetros por lo tanto es apta para el consumo humano. Esto implica y justifica la aplicación sistemática de un tratamiento de desinfección, con el fin de aumentar la calidad de agua para abastecer a la

población urbana del distrito de Trujillo con agua potable, y lograr que la población esté protegida contra muchas enfermedades.

Marchand E., ¹⁰ (2002), quien realizó la investigación titulada **"Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima"**. En esta investigación se tomaron muchas muestras y se analizaron un total de 224 muestras de agua del Sistema de depósito y distribución de agua en hogares y un total de 56 muestras de aguas subterráneo o proveniente de pozos. De estas. 40 (17,86%) muestras de aguas de hogares y 41 (73,68%) muestras provenientes de pozos no cumplieron las normas microbiológicas. El objetivo de Marchand es para sobre valorar los requisitos existentes el cual nos llevar a progresar los estándares de calidad del agua de consumo humano de Lima Metropolitana.

2.1.3. A Nivel Local

Zegarra Butrón A., ¹¹ (2014). Realizó la investigación titulada **"Influencia del suelo en la calidad del agua subterránea en la zona sur de la ciudad de Juliaca"** donde demuestra que la población de la Provincia de San Román Distrito de Juliaca consumen el agua subterráneo que tienen instalaciones tubulares dentro de su inmueble llamado como pozo tubular, el pozo subterráneo para el consumo humano y doméstico diario, debido a la corta distancia entre ambos pozos es posible que el agua para consumo humano presenta alta contaminación. Realizando los análisis de muchas muestras de aguas proporcionados por la empresa administradora de agua Seda Juliaca se determina que efectivamente el agua subterránea se halla completamente contaminada.

Flores R., ⁴ (2014). Realizó la investigación titulada **"Análisis del problema del agua potable y saneamiento: ciudad de Puno - Situación Actual y Realidad"**. El análisis que realizó Flores concluye que el vertimiento de aguas residuales afecta la calidad del agua el cual es gran conminación para el bienestar humano y medio ambiente, en la región de Puno no existen ningún planta de tratamiento con tecnologías de punta que permitan cumplir con las normas establecidas y falta de sinceramiento en las tarifas para garantizar su sostenibilidad y funcionamiento, además falta de cultura de pago por parte de la población. La



región Puno requiere con mucha urgencia la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Larico N., y Larico E.¹² (2016) quienes realizaron la investigación titulada **“Análisis físico químico y microbiológico del agua que abastece a los centros educativos de la ciudad de Juliaca”** El trabajo de investigación es diagnosticar la calidad bacteriológica y físico química del agua de consumo humano y aguas de pozo usadas para el consumo humano en los centros educativos muestreados. **Resultados:** Las características fisicoquímicas fueron: El agua de pozo del centro educativo N° 305 indica que el valor de dureza es de 482.84 mg/L. del centro educativo N°25 de Julio es de 536.24 mg/L. del centro educativo Tambopata es de 723.16 mg/L. las características microbiológicas fueron: El agua de pozos del centro educativo N°305, contienen 39 NMP / 100 ml de coliformes termotolerantes y 780 ufc / ml. Agua de bacterias heterotróficas, el agua de pozo del centro educativo 25 de Julio, contienen 9 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes y 600 ufc/ml, en cambio el agua potable del centro educativo del centro educativo de tambopata, contienen < 2.2 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes y 28 ufc/ml. Agua de bacterias heterotróficas. **En conclusiones:** Según los estándares de referencia de los parámetros fisicoquímicos el aumento de la dureza es significativo oportuno a la presencia de carbonatos en agua de consumo humano. En referencia a los parámetros microbiológicos las aguas de pozo subterráneo no son aptas para el consumo doméstico ni humano, de acuerdo a los límites máximos permisibles determinando por OMS y la normativa nacional.

2.2. BASES TEÓRICAS.

CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLOGICA DEL AGUA

Se denomina agua químicamente pura solo si esta se encuentra en un laboratorio, sin embargo en la naturaleza el agua se conecta con el suelo y atmosfera en de donde adquiere elementos y sustancias que alteran su composición original y esta pueda ser dañino para la salud. “Se conoce que es

una sustancia química compuesta de 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno y que puede presentarse en cualquiera de los tres estados: líquido, gas (vapor) y sólido (hielo)"¹³. Sin embargo la población desconoce las características del agua que las distingue de otros líquidos, los primordiales dominios del agua son:

a. DENSIDAD

Se calcula, masa por unidad de volumen. El agua posee su límite densidad a 4°C y esta reduce en coordinación a la temperatura, lo que hace que la densidad del agua en estado líquido no sea inferior a hielo y, dicho este flote en ella.¹³

b. VISCOSIDAD

La viscosidad es el vigor que demuestra el agua a la deformidad, y por ello, es equivalente a la fricción interna. Esta reduce regularmente con la temperatura. La viscosidad cambia rápidamente más que la densidad y por eso afecta notablemente los pasos de tratamiento del agua.¹³

c. CALOR ESPECÍFICO (CE)

Por lo general el calor específico incrementa con el cambio temperatura en los líquidos, sin embargo en el agua tiene su minúsculo a 35 °C.¹³ En otras palabras, se requiere una elevada temperatura para poder aumentar la temperatura del agua, lo que hace un costo muy elevado los procedimientos de tratamiento de agua como la destilación.

d. TENSIÓN SUPERFICIAL

La fuerza exterior causa la acrecentamiento del agua en los orificios finos o tubos capilares, la forma redonda de las gotas de agua o de las burbujas de jabón, las aparentes distracciones o repulsiones que se observan en los cuerpos pequeños que flotan en la faceta de un líquido, la manera redondeada de los meniscos, etc. La fuerza superficial o exterior se expresa en unidades de fuerza por unidad de longitud (julios/m) y es importante en procesos de tratamiento del agua para remover grasas, aceites y desinfectantes.¹³ Entonces decimos que la fuerza exterior tiene relación significativa en el intercambio de entidades que van hacia el interior y hacia fuera del agua, y encima, fija su gracia humectante. Este sería un gran prototipo como el polvo, el polen y otras miajas extrañas que se mantienen en la faceta del agua debido a la fuerza exterior.

Además, los conocimientos empleados sobre clase del agua han proseguido a través del tiempo mejorando los razonamientos para su disección e reseña de sus características como:

- Midiendo variables físicas (turbiedad, sólidos totales, etc.),
- Químicas (pH, acidez, etc.)
- Biológicas (bioensayos)¹³

Para investigar la subordinación del agua de acuerdo con su estado; se realiza una distinción entre agua natural (superficial, subterránea, marina, etc.), aguas residuales y agua tratada (potable).

i. **Agua cruda o en estado natural**

Definimos agua no tratada al agua que se encuentra en el ambiente (pozos, lluvia, lagunas, subterránea, océanos, etc.)¹³ La cual no haya sido sometido a ningún tipo tratamiento o modificación en cuanto a su estado natural.

Las líquidos (agua) superficiales están formados y bien constituidas por ríos, quebradas, lagos, esteros, etc. Las aguas subterráneas generalmente son más claras sin embargo más mineralizadas. El agua es bien clara porque estas no presentan ningún tipo de contaminación ya que son filtrados por los estratos del suelo a diferencia de las aguas superficiales. Las aguas subterráneas son más mineralizadas puesto que tienen el poder de disolver los estratos del pavimento, primordialmente en aquellos terrenos ricos en minerales como hierro y manganeso.¹³

El agua del subsuelo también se conoce como agua subterránea posee en la inmensa mayoría de las zonas una clase que la hace naturalmente potable ya casi listo para el consumo humano. Es así por su propio origen debido a la infiltración, a través de los múltiples horizontes de terreno, en un proceso de filtración por gravedad, lento y casi ideal en la mayoría de los casos, que llega a retener desde ya todas las partículas en suspensión, eliminar turbiedades de tipo coloidal sin embargo, además, a suprimir el alargamiento de microorganismos como bacterias en estrechas distancias a partir del punto de inserción en el acuífero.¹⁴

ii. Aguas residuales

Agua residual es aquella agua que es aprovechada en cualquier hábito benefactor. El saber de la naturaleza del agua residual, (tratamiento y recolección). Generalmente los creadores de aguas residuales se pueden asociar en aguas residuales domésticas, artificiales (caracterizadas o medidas y no medidas) y mercantil. ¹³

iii. Agua tratada o descontaminada (agua potable o bebible)

El agua tratada es manipulada y que sufre un cambio en sus características químicas, físicas y biológicas con el fin de utilizarla para un uso benéfico. La clase del agua tratada depende del uso que se le vaya a otorgar o a aportar. Por ejemplo, la clase del manjar de dioses para el consumo doméstico y humano, el agua que se utiliza para riego tiene una calidad baja totalmente diferente a la calidad del agua requerida por un determinado sector industrial. La calidad del agua potable se rigen a Las normas de abastecidas por cada país. ¹³

2.2.1. Parámetros físicos-químicos

Estos parámetros se realizan o se estudian para definir qué tan pura o qué tan contaminada se encuentran las aguas en donde se clasifican en parámetros químicos, físicos y microbiológicos. Como se puede sentir que existen muchos parámetros, muchas formas y varios razonamientos para calibrar dichos parámetros. Para obviar estos problemas, las admisiones internacionales encargadas de averiguar y probar la calidad del agua tipificado (unificado) los criterios y los procedimientos para realizar los exámenes del agua en el laboratorio. ¹³

a) Olor y sabor

Las características organolépticas como olores y gustos en el agua están relacionadas con la presencia de sustancias o esencias indeseables causando el retroceso del consumidor. Los sabores y olores objetables se pueden deber al plancton presente en el agua, compuestos orgánicos es ocasionado por la actividad de las algas y bacterias, a los desechos artificiales o a la descomposición de la materia orgánica. Específicamente el elemento que produce

olores desagradables es causada por la descomposición de la materia orgánica es el ácido sulfhídrico H_2S . No existen herramientas para regular los sabores y olores en el agua; generalmente estos se muestran en los exámenes de aguas como presentes o no presentes. El origen de olores y sabores en un agua bebible reconoce a dos orígenes: natural e artificial. Respecto al agua natural contienen minerales, sales, gases, compuestos orgánicos, compuestos inorgánicos y compuestos provenientes de la actividad vital de los organismos acuáticos. Los compuestos generadores de olor/gusto de origen industrial pueden ser también inorgánicos y orgánicos y están probablemente más definidos, al poder identificarse la fuente concreta generadora del problema.¹³

b) Color

La presencia de color en el agua está profundamente ligada a la opacidad del agua, el color en el agua puede considerarse como una característica independiente. Mientras que la opacidad se considera ocasionada por migajas de gran tamaño (diámetros $> 10^{-3}$ mm), el color resulta por presencia sustancias disueltas y por los coloides. Existe incluso desemejanza entre los sabios o investigadores en cuanto a las causas que originan el color.¹³

El color del agua puede determinarse por espectrofotometría el cual es más específico, también se puede determinar por alegoría visual. Este último resulta más sencillo y consiste en la comparación de la muestra con soluciones coloreadas de concentraciones conocidas. El método estandarizado utiliza patrones de cobalto platino y la unidad de color (UC) es producida por 1mg/L de platino en la forma de ion cloroplatinato.¹⁵

c) Turbiedad

La turbiedad también se conoce como opacidad de las aguas se debe a la presencia de material suspendido y coloidal como limo, arcilla, materia inorgánica y orgánica finamente desviada, plancton y otros entes microscópicos. La opacidad es una expresión de la propiedad óptica que hace que los rayos lumínicos se dispersen y se absorban, en lugar de que se transmitan sin variación a través de un patrón. Nunca se relaciona la opacidad con la aglomeración en peso de los

sólidos en suspensión, pues el volumen, la forma y el índice de refracción de las partículas, son factores que igualmente afectan la dispersión de la luz.¹⁵

d) pH

El pH es un término que expresa la intensidad de las condiciones clasificadas como ácidas o básicas del agua. La fórmula que expresa esta condición está definido como: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$, esta escala de valoración del pH es muy similar a la utilizada por otros instrumentos de medición, para fines de comparación podemos asemejarlo a un termómetro cuya finalidad es medir la intensidad de calor y luego determinar si esta se encuentra elevada, normal o disminuida, esta misma propiedad de medición permite al pHchímetro medir la intensidad de la acidez o basicidad. Es de suma importancia el establecer que el pHchímetro mide el grado de acidez o de alcalinidad pero no determina de manera cuantitativa el valor de la acidez y la alcalinidad. La medida del pH se puede realizar de manera práctica tanto en el campo como en el laboratorio por medio de varios métodos, entre los más usados están los instrumentos electrónicos (pHchímetro).

Acidez.- Generalmente se considera que todas las aguas que tienen un pH inferior a 8,5 unidades tienen acidez. La acidez en las aguas naturales es ocasionada por la presencia de CO_2 o la presencia de un ácido fuerte (H_2SO_4 , HNO_3 , HCl).¹³

Alcalinidad.- La alcalinidad en el agua es entendida como la capacidad que tiene para neutralizar los ácidos. La alcalinidad se considera como la presencia de fuertes (sustancias caracterizadas por el radical OH NaOH). - , por ejemplo la soda cáustica.¹³

e) Conductividad

La conductividad es en término elemental la medida que se aplica a una solución acuosa para determinar su capacidad para transportar la corriente eléctrica, dicha capacidad es detectada por la presencia de iones que interactúan con sus cargas en la disolución, así como también sus concentraciones relativas y absolutas, la movilidad que poseen, la valencia con la que se encuentren, la temperatura y viscosidad de la solución. Este parámetro estima el contenido total de iones

conformacionales de la solución. La medición física puesta en práctica para la determinación dentro del laboratorio tiene como unidad de medida los ohmios. El Sistema Internacional de Unidades reconoce como similar del ohmio a la unidad de medida llamada siemens (S) y la conductividad se expresa en mS/m, siendo la correspondencia $1\text{ mS/m} = 10\text{ }\mu\text{mhos/cm}$.¹⁵

f) Sólidos totales disueltos

La medida de sólidos totales disueltos (TDS) es un índice que permite determinar la cantidad de la masa de materias disueltas en agua, además proporciona una aproximación general de la calidad química. TDS es definido analíticamente como residuo filtrable total (en mg/L). Los principales aniones inorgánicos disueltos en una solución acuosa son los carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, fosfatos y nitratos. Los principales cationes son calcio, magnesio, sodio, potasio, amonio, etc. Además cabe mencionar que el término sólidos en suspensión, describe tanto la materia orgánica como la inorgánica, que también se encuentran presente en el agua (aceites, grasas, arcillas, arenas, fangos, etc.). La presencia de sólidos en suspensión está relacionado a el desarrollo de la turbidez dentro del líquido que lo reserva influyendo también en el color del agua, mientras que los sólidos disueltos determinan la salinidad del medio, y en consecuencia la conductividad del mismo.¹⁶

g) Cloruros

Los cloruros son compuestos químicos que pertenecen al grupo de las sales, están presentes en cantidades mayores en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje. El agua que posee un sabor salado es debida a la presencia de los cloruros, la cantidad es variable y totalmente dependiente de la composición química del agua, el sabor salado es reconocido a partir de una concentración de 250 ppm de NaCl.

Cuando el cloruro forma parte de una sal de calcio ó de magnesio, el sabor referencial estimado como salado perteneciente a los cloruros puede estar ausente aún a concentraciones que sobrepasen los 1000 ppm. El cloruro es importante en la dieta, pasa a través del sistema digestivo de manera inalterada.

La elevada concentración de cloruros en el agua para uso industrial se relaciona con la corrosión en las tuberías metálicas y en las estructuras.¹⁷

h) Sulfatos

Los sulfatos están presentes en aguas naturales al igual que los cloruros; su concentración es muy variable y va conformada desde muy pocos miligramos por litro hasta cientos de miligramos por litros. El origen de los sulfatos y su presencia en agua se ve influenciado por el recorrido de afluente hídrico cuando atraviesan terrenos ricos en yesos o contaminación con aguas residuales industriales.

El contenido de sulfatos no suele estar relacionados con manifestar problemas de potabilidad en las aguas de consumo, sin embargo; en ocasiones los niveles superiores a 300 mg/l pueden ocasionar trastornos gastrointestinales en los niños. Es conocido que los sulfatos de sodio y magnesio poseen acción laxante, por lo que no es aconsejable el consumo en exceso de los mismos una vez determinadas en las aguas de bebida, dentro del reglamento Técnico-Sanitaria de España se establece como valor orientador de calidad 250 mg/l y como límite máximo tolerable 400 mg/l, concentración máxima admisible.¹⁸

i. Dureza total

La presencia de cationes disueltos forma el concepto de dureza total. Estos cationes ocasionan la formación de un precipitado en la solución cuando reaccionan con jabón soluble limitando su capacidad limpiadora, este fenómeno ocasiona que en aguas duras se deba utilizar más cantidad de jabón para conseguir la misma potencia limpiadora. Los cationes en agua que mayormente se encuentran son el calcio y el magnesio, los que se consideran para determinar la dureza.

- **Magnesio:** Se determina por el método de por volumetría complexométrica con EDTA entre un pH básico comprendido desde 10 y en presencia de negro de eriocromo T como indicador.

- **Calcio:** la cuantificación se realiza por el método de volumetría complexometría con EDTA a pH básico comprendido entre 12-13 en presencia de calcio calconcarboxílico como indicador.¹⁹

j. **Amoníaco**

El amoníaco presente en agua es un indicador de materia orgánica en proceso de putrefacción o la reducción de sustancias orgánicas e inorgánicas con grandes niveles de nitrógeno. El amonio sufre un proceso de oxidación NO_2 cuando entra en contacto con aguas oxigenadas y participan bacterias que aprovechan este sustrato, partiendo de amoníaco neutro o bien sales de amonio. Existe un equilibrio ácido-base y la reacción es la siguiente:



La constante de acidez $\text{PK}_a=5.71 \cdot 10^{-10}$, nos hace deducir que el valor del pH del agua establecerá las distintas concentraciones de amoníaco o e ion amonio presentes en cada solución, y por lo tanto la actividad de cada tipo bacteriano concreto.¹⁹

k. **Hierro**

El hierro está disuelto en aguas naturales, sin embargo cuando el hierro tiene poco oxígeno en el medio, como sucede con las aguas de ubicación subterránea, suele encontrarse disuelta en forma de sal ferrosa, Fe^{2+} , mientras que en presencia de oxígeno el hierro ferroso se oxida y pasa a ión férrico, Fe^{3+} , precipitando en forma de hidróxido férrico, la fórmula $\text{Fe}(\text{OH})_3$, La sobredosis por hierro afecta mayoritariamente al tracto intestinal, el hígado y al sistema cardiovascular.¹⁹

l. **Manganeso**

Su presencia de manganeso en aguas naturales con gran contenido de oxígeno no es relevante, ya que los compuestos solubles del Mn corresponden al metal divalente, que en medios con oxígeno molecular se oxidan y forma precipitados oxihidróxidos poco solubles.

El manganeso se encuentra de forma disuelta, como coloide o asociado a materias orgánicas con las que forma enlaces fuertes, esto implica problemas para a su eliminación en la potabilización del agua.

En general sus concentraciones medias oscilan entre pocos mg/l y 0,5 mg/l, existe evidencia que el Manganeso se encuentra en aguas superficiales en dos formas, la primera en forma de suspensión y la otra en su forma tetravalente, en la forma trivalente forma un complejo soluble relativamente estable. Aunque raramente sobrepasa 1 mg/l, el Manganeso induce a formar coloraciones tenaces en la ropa lavada, y en accesorios de instalaciones sanitarias. El manganeso se comporta de manera similar al hierro, pues se trata de dos metales que frecuentemente se hallan asociados.²⁰

m. Aluminio

El aluminio es un elemento muy abundante en la corteza terrestre y se encuentra formando parte de minerales, rocas y arcillas. Esta ubicación explica su presencia en prácticamente todas las aguas naturales, bajo la forma de sales solubles, coloidales e insolubles. En los procesos de floculación se utiliza sulfato de aluminio y potasio (alumbre) como sustancias que participan en los sistemas de tratamiento de aguas ya que aluminio se puede hallar en aguas tratadas como parte de residuo. Su presencia en el agua es controlada por el pH: Al^{3+} predomina a $\text{pH} < 4$ mientras que en medio básico, la forma disuelta predominante es $\text{Al}(\text{OH})_4$. Esta característica es útil en la cuantificación de este metal, los métodos de espectroscopia atómica, son los más indicados por presentar reducidas interferencias al momento del estudio, aunque el método colorimétrico con Eriocromocianina R es muy utilizado debido a su simplicidad, siendo muy práctico en la instrumentación. El fundamento de esta última técnica es obtener soluciones diluidas de aluminio previamente tamponadas en medio ácido (pH 6) con Eriocromocianina R, formando un complejo de color rojo a rosado que presenta un máximo de absorción a 535 nm. Por este método la intensidad del coloración dependerá únicamente de la concentración de aluminio, el pH, el tiempo de reactividad, la temperatura, como inconvenientes se debería tomar en cuenta la presencia de otros iones en la muestra.¹⁵

n. Cobre

El cobre puede ser un metal que se encuentra presente en diversas clases de alimentos, además también se halla en el agua potable y fracciones en el aire. El cobre es considerado como necesario en la dieta y absorción es fundamental, por lo mismo es considerado como elemento traza esencial para la salud y buen funcionamiento de los seres que incluyen a este metal en su dieta. Como todo elemento cuando este supera los límites permisibles se vuelve perjudicial para la salud, usualmente compuestos formados con contenido en cobre son solubles en agua y se almacenan en el medio ambiente después de liberarse a través de aplicaciones en la agricultura.²¹

o. Zinc

El contenido de zinc en las denominadas aguas naturales que incluyen a las aguas superficiales y aguas subterráneas es poco común y su existencia se da bajo la forma inorgánica, iónica o coloide, los complejos formados más frecuentes en agua son, Zn^{2+} , $Zn(OH)^+$ y $ZnCl^{-3}$. Las sales de Zn más solubles son cloruros y sulfatos, que se suelen hidrolizar y reaccionar con el CO_2 disuelto en el agua, generando hidróxidos y carbonatos. Éstos se adsorben con mayor facilidad en los sedimentos y lodos en la zona interna del lecho del cauce hídrico justificando sus mínimas concentraciones en el agua natural.

En aguas de consumo, se puede encontrar Zn debido al desgaste parcial de las tuberías que distribuyen el agua. El deterioro temporal del hierro galvanizado y el desligado del latón pueden arrastrar también plomo y cadmio, estas son las impurezas del zinc cuando se utilizan para galvanizar.

Las concentraciones superiores a 5 mg/L al entrar en contacto con el gusto generan una percepción astringente amargo y de opalescencia en aguas alcalinas.

Como subproducto de industrias galvánicas y de fabricación de pinturas y fibras textiles (acetato de celulosa o seda artificial), el Zn puede acceder al medio ambiente como un residuo industrial.²²

p. Sodio

La elevada solubilidad que presentan las sales de Sodio (Na), está relacionada de manera directa con su presencia en el agua, este elemento es importante, siendo el catión más importante después del Ca e incluso supera las concentraciones de Mg. La composición de sodio en el agua de mar se encuentra a unos 10 g Na/L, mientras que la concentración de aguas continentales es más modesta: entre 1 y 300 mg/L, dependiendo de la zona geográfica. Las aguas que atraviesan suelos con alto contenido de sodio lógicamente presentan niveles más incrementados del catión, las aguas subterráneas y las costeras por los fenómenos de intrusión marina poseen cantidades de sodio superiores.

Fisiológicamente, es el catión predominante en los fluidos orgánicos (sangre, saliva, jugos gástricos, etc.). El ión sodio está relacionado a patologías cardiovasculares como la hipertensión, complicación de enfermedades renales, cirrosis hepática, toxemias de embarazo y su consumo excesivo en edades tempranas crea hípernatremia infantil aconsejándose su moderada ingesta tanto en comidas ²⁰

q. Nitratos

La presencia de nitratos (NO_3) en el agua está relacionada con la disolución de rocas y minerales (muy frecuentes), además; la descomposición de materias vegetales y minerales contribuye a encontrar nitratos en el medio, los efluentes industriales y del lixiviado de tierras de labor donde los abonos utilizados contienen nitratos como parte de sus formulaciones¹⁹

r. Nitritos

Su presencia en agua indica contaminación de carácter fecal frecuente. La técnica utilizada para su determinación es la colorimetría. El nitrito reacciona con el reactivo 4-aminobencenosulfonamida cuando se encuentra con ácido fosfórico, a pH 1.9, de la cual se forma una sal de diazonio que produce un compuesto coloreado con dihidrocloruro de N(1-naftil)-1,2-diaminoetano. El compuesto coloreado se mide a 540 nm. Espectrofotometría o cromatografía iónica. Unidades: mg/L.¹⁶

2.2.2. Calidad microbiológica del agua

El agua destinada para consumo humano, como se indica en el (Anexo I), debe estar libre de la presencia de:

- Bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*,
- Virus;
- Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos;
- Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos; y
- Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.²³

Microorganismos y el agua.

El conjunto de seres microscópicos denominados microorganismos se encuentran dispersos en varios lugares, uno de los medios donde más abundan por necesidad para sobrevivir y multiplicarse es el agua, los microorganismos que los requieren la usan en la constitución de su núcleo, citoplasma y membrana celular, además; el agua es necesaria para formar parte de material orgánico de que está hecho el organismo. En el proceso de desinfección del agua, los microorganismos sufren lisis o se inactivan temporalmente, finalizada la acción del agente desinfectante, los microorganismos vuelven a recuperar las condiciones para repetir el ciclo de crecer y multiplicarse.

Los microorganismos viven y se desarrollan interactuando con su medio y con sus hospederos, la gran mayoría no son perjudiciales, y se consideran beneficiosas porque realizan procesos que sustentan la vida, son parte de los organismos superiores de mayor complejidad y continuamente están en relación todas las especies de vida, solo algunas especies son patógenas y responsables de causar enfermedades. La inclusión y exclusión de los diferentes tipos de bacterias es compleja y en algunos casos contradictoria sin embargo ciertas características



propician su división y separación taxonómica de bacterias por las siguientes generalidades:

- Necesitan poseer una fuente constante de energía para crecer, vivir y desarrollarse. La fuente de energía puede ser química y proveniente de la energía solar, las bacterias aprovechan esta fuente de energía para producir compuestos orgánicos a partir sustancias inorgánicas, esta energía es necesaria para sintetizar algunas moléculas como: celulosa, grasas, azúcares, carbohidratos, proteínas, vitaminas, etc. Sin energía la vida no puede existir y si los microorganismos no disponen de ella, mueren o se conservan inactivos en estado latente.
- El requerimiento de nitrógeno es también fundamental y este elemento puede ser adquirido a través de atmósfera, de alguna forma química inorgánica como: amoníaco, nitritos, nitratos, o también la fuente puede ser el nitrógeno orgánico de proteínas o ácidos nucleicos.
- Una fuente de carbono, que puede ser suministrado por el dióxido de carbono, el metano o por cadenas orgánicas de mayor complejidad que tienen en su estructura átomos de carbono, como por ejemplo los carbohidratos.
- El oxígeno es útil en microorganismos aerobios o su ausencia no es impedimento del desarrollo de los microorganismos anaerobios.
- Se necesitan algunos nutrientes como: calcio, sodio, potasio, fósforo, magnesio y azufre.
- Necesitan de un medio hídrico y su metabolismo no les permite sin ella, sin embargo existe algunos microorganismos que poseen ciertas excepciones como las bacterias que se reproducen por esporas las cuales pueden permanecer en estado latente e inactivos durante largos periodos, al pasar por este periodo nuevamente se reactivan cuando las condiciones les son favorables.

a. Bacterias Coliforme

Las bacterias coliformes tienen como hábitad el tracto intestinal de mamíferos y aves, se caracterizan por su capacidad de fermentar lactosa a 35°C. Los géneros

que componen este grupo son *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter* y *Edwardsiella*. Estas bacterias existen como saprofitas independientemente, o como bacterias intestinales, excepto el género *Escherichia* cuyo origen es sólo fecal.

La presencia de esta bacteria intestinal nos lleva a diferenciar y caracterizar dos grupos: los coliformes totales (grupo que incluye a todos los coliformes de cualquier origen) y coliformes fecales (término que designa a los coliformes de origen exclusivamente intestinal) que conservan la capacidad de fermentar el disacárido lactosa también a 44,5°C. La contaminación microbiológica de origen fecal se establece con la presencia de coliformes fecales, mientras que la presencia de coliformes totales sólo indica existencia de contaminación, no asegurando su verdadero origen. La familia bacteriana denominada enterococos fecales cuyo desarrollo ocurre a 35°C se usa como indicadores complementarios de contaminación fecal.²⁵

CUADRO N° 3. Los medios de cultivos usados, las temperaturas y tiempos de incubación, y el color de las colonias típicas de bacterias indicadoras de contaminación.

Microorganismos	Medio de cultivo	Temperatura y tiempo de incubación	Color de las colonias
COLIFORMES TOTALES	Endo	35°C; 24 h	Rojo con brillo metálico en superficie
COLIFORMES FECALES	FC	44,5°C; 24 h	Matices de azul
<i>Enterococcus faecalis</i>	KF	41°C; 48 h	Marrón
<i>Escherichia coli</i>	EC	44,5°C; 24 h	Blanco crema
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Cetrimida	37°C; 72 h	Verde

Fuente:María C. Apella y Paula Z. Araujo, Microbiología del Agua.

➤ *Escherichia coli*

Escherichia coli es una bacteria Gram negativa que tiene como hábitat el intestino del hombre y animales de sangre caliente, esta especie de bacteria forma parte de una familia que desempeña un papel importante en la fisiología del intestino. La distribución de esta bacteria en el ambiente intestinal está determinada por su el número de bacterias colonizaste. Por ser un habitante regular y normal del

intestino se utiliza como indicador de contaminación de los alimentos con materia fecal.

En este caso es un indicador que mide la contaminación con bacterias perjudiciales y patógenas para el hombre. Es importante destacar que en la década del 40 del siglo pasado se descubrió que algunas diarreas de los niños se producían por algunos tipos particulares –serovariedades o serotipos- de *E.coli*.²⁶

CUADRO N°4: Género de *Escherichia coli* patógenos según mecanismo para enfermar.

Grupo	Símbolo
<i>E.coli</i> enteropatógenos	ECEP
<i>E.coli</i> enteroinvasivos	ECEI
<i>E.coli</i> productoras de toxinas parecidas a las de <i>Shigella</i>	ECST
<i>E.coli</i> enterotóxicos	ECET
<i>E.coli</i> de adherencia difusa	ECDA
<i>E.coli</i> enteroadherentes /enteroagregativas	ECEA

Fuente: propias del autor²⁶

b. Organismos de vida libre

➤ Algas

Las algas son protistas unicelulares o multicelulares, autotróficos y fotosintéticos. La presencia de algas en las aguas es indeseable ya que producen malos olores y sabores en el agua de consumo. Interfieren en los procesos de filtración, y al darle coloración al agua disminuyen sus características estéticas. En lagunas de oxidación, las algas son valiosas debido a que producen oxígeno a través del proceso de fotosíntesis. Por la noche, cuando no hay disponible luz para la fotosíntesis, emplean el oxígeno disponible para la respiración. Las reacciones bioquímicas simplificadas de los procesos bioquímicos que ocurren en la fotosíntesis y en la respiración son las siguientes:

Fotosíntesis $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Luz solar} \Rightarrow (\text{CH}_2\text{O}) + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Respiración $\text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 \Rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

En el medio ambiente acuático y como consecuencia de las reacciones anteriores, este proceso metabólico causa una variación diurna y nocturna del oxígeno disuelto. La habilidad de las algas para producir oxígeno es de

vital importancia para la ecología del medio ambiente de las aguas. Para que una laguna de oxidación aeróbica o facultativa opere adecuadamente, se requiere de las algas, que son la fuente de oxígeno para las bacterias aeróbicas heterotróficas. Esta relación simbiótica entre las bacterias y las algas, es el mecanismo a través del cual las aguas residuales pueden ser depuradas en lagunas de oxidación. Debido a que las algas utilizan el dióxido de carbono en la actividad fotosintética, es posible que el agua alcance altos valores de pH. Si se alcanzan altos valores de pH, la alcalinidad tiende a ser alcalinidad de hidróxidos y carbonatos y si además en el agua es alta la concentración de calcio, se puede rebasar el valor de la constante de producto de solubilidad del carbonato de calcio, y este precipita. Los principales elementos requeridos de este tipo son nitrógeno y fósforo. Otros elementos traza o micronutrientes también son esenciales; entre estos se encuentran: hierro, cobre y molibdeno. En lagos y lagunas naturales, el crecimiento excesivo de las algas es indeseable, por lo que uno de los procesos avanzados de tratamiento de aguas residuales, es la eliminación del nitrógeno o fósforo, o los dos en forma conjunta, para evitar la proliferación de este material. También la remoción de los micronutrientes requeridos para su crecimiento y reproducción, es una alternativa para el control de las algas.²⁴

➤ **Protozoos**

Los protozoarios son protistas microscópicos que por lo regular son unicelulares y que además poseen movilidad, lo cual realizan generalmente por medio de un flagelo o cola. La mayoría de los protozoarios son aeróbicos heterotróficos, aunque algunos de ellos son anaeróbicos. Los protozoarios son de mayor tamaño que las bacterias y consumen estas como fuente de energía. De hecho, los protozoarios consumen en los efluentes finales de las aguas tratadas, la materia orgánica residual y las bacterias que se puedan encontrar en dicho efluente.²⁴

➤ **Rotíferos**

Los rotíferos son animales multicelulares, aeróbicos, heterotróficos. Su nombre es originado del hecho que poseen dos juegos de antenas rotatorias, las cuales giran y les comunican movimiento para capturar su alimento. Los rotíferos son muy eficientes consumiendo bacterias dispersas y floculadas, así como partículas pequeñas de material orgánico. La presencia de rotíferos en el agua depurada indica una alta eficiencia en el proceso aeróbico de purificación.²⁴

➤ **Nematodos**

Son animales triblásticos, tienen el cuerpo alargado y cilíndrico y presentan simetría bilateral. Hay más de 25000 especies conocidas de nematodos, pero se estima que podría haber hasta un millón de especies en total. El ciclo de vida que tienen los nematodos depende de su hábitat y de si son formas libres o parásitas. En las formas libres, normalmente efectúan unas cuatro mudas de piel a lo largo de su vida. Se alimentan de materiales diversos, incluyendo algas, hongos, animales pequeños, materia fecal y restos de otros animales. Tienen un papel importante en procesos de descomposición.²⁴

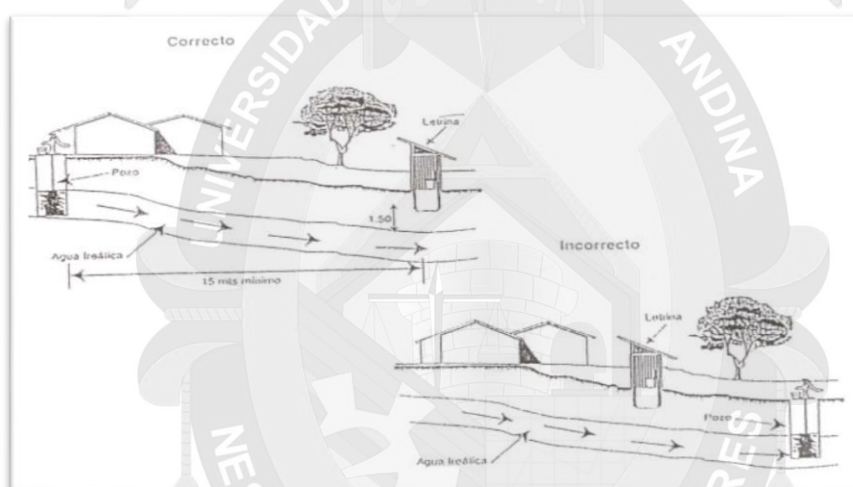
2.2.3. Pozo tubular

“Las aguas subterráneas (la parte de todos los recursos hídricos que se encuentra por debajo de la superficie de la tierra) representan más del noventa y cinco por ciento de las reservas mundiales de agua dulce. Las aguas subterráneas son predominantemente un recurso renovable que, cuando se gestiona adecuadamente, garantiza un abastecimiento a largo plazo que contribuya a atender las crecientes demandas y a mitigar los impactos del cambio climático previsto. En términos generales, el desarrollo de las aguas subterráneas requiere una inversión de capital menor que el desarrollo de las aguas superficiales y se puede poner en práctica en un plazo de tiempo más corto.”¹⁴

a. Construcción del Pozo

Como en toda edificación existe un proceso que se apegue al cumplimiento de etapas, en el caso específico de un pozo, su construcción incluye las siguientes etapas: perforación, instalación de ademe, instalación de rejilla (incluye el filtro de grava) sellado sanitario (cuando este es necesario para la protección sanitaria) y el desarrollo para obtener un funcionamiento libre de arena a un rendimiento máximo. Los diámetros en cada pozo deberán ser perforados hasta alcanzar las profundidades y características físicas señaladas en la presentación de un anteproyecto donde también se encontrarán las especificaciones con información geológica de la zona donde se desee iniciar con la perforación.

Ubicación de pozo



Fuente organización panamericana de la salud Lima, 2004²⁷

b. Tipos

1. Pozo abierto: Son estructuras que no poseen entubados ni filtro, ocasionalmente se coloca un tramo de tubería en la boca del pozo para evitar su desmoronamiento; de este tipo de pozo se puede extraer agua de los diversos acuíferos o napas por los que atraviesa, logrando establecer contacto entre sí, aun cuando están contaminados. La ventaja para su construcción es el bajo costo que demanda y su gran utilidad como sistema de riego. Como desventaja se encuentra la posibilidad de desmoronarse fácilmente aprisionando al equipo de bombeo.



2. Pozo entubado y sin filtro: Como descripción general posee una tubería que recubre sus paredes, cuya denominación suele tener el término de ademe o camisa. Esta estructura permite, siempre que sea necesario, aislar capas de agua (napas) superiores y limitar extraer agua de calidad inadecuada para su uso. Una característica de este tipo de pozo radica en que si la estructura queda dañada y esta a su vez tenía como parte de su composición material disgregado o sedimentario (arena), éste será arrastrado en grandes cantidades conjuntamente con el agua bombeada. La utilidad que ofrecen estas perforaciones se relacionan mayormente en pequeñas explotaciones.

3. Pozo entubado y con filtro corrido: Se encuentra completamente entubado o ademado y posee rejilla, filtro, criba o cedazo. Las paredes del pozo se encuentran estables lo cual impide el arrastre de todo material que conforma el acuífero y permita un paso libre del agua bombeada, se puede pasar por ciertos inconvenientes y/o dificultades que radican en asegurar la posición del tubo en una zona designada o penetrar en el estrato que, de existir, aisle o separe a los acuíferos entre sí en caso de tener que aislar correctamente una capa de agua superior. En términos de costos puede resultar más económico que el denominado pozo telescópico.

4. Pozo telescópico: Es una aplicación muy precisa para aislar reservas acuíferas superiores, además; permite avanzar con seguridad a partir de la instalación de cada entubado, reduce el esfuerzo y asegura continuidad del trabajo por dentro de él. Su limitación radica en no asegurar los cierres entre tuberías concéntricas.¹⁴

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO, LÍNEA Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

➤ **TIPO DE INVESTIGACION:**

a. Experimental

Porque se evaluará un fenómeno dado, introduciendo elementos que modificarán el comportamiento de las variables en el estudio, los que serán medidos en determinados momentos.

b. Prospectivo

Por qué se desarrolla a través del tiempo.

c. Transversal

Porque el estudio solo medirá las características de las variables involucradas en un momento dado en función del tiempo.

d. Descriptivo- comparativo

Se describirá como son los parámetros físicos químicos microbiológicos del agua de pozos tubulares de la Urbanización Satélite de la ciudad Juliaca, comparativos Porque los resultados de los estudios realizados del agua de los pozos tubulares se comparan con lo que indica la Norma.

➤ **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Microbiológica

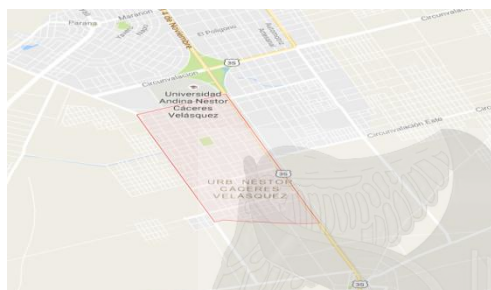
➤ **NIVEL DE INVESTIGACIÓN:**

Nivel causal explicativo

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

Población

- Está constituida aproximadamente por 400 familias en la Urbanización (Satélite) de la Ciudad de Juliaca que utilicen agua para su consumo de pozos tubulares y estas a su vez están distribuidas en 25 manzanas.



Muestra: Muestreo Aleatorio por conveniencia

Nº	Manzana	Cantidad casas	Muestra
1-O	Mz-A	21	1
2-O	Mz-B	38	1
3-O	Mz-C	30	1
4-O	Mz-D	26	1
5-O	Mz-R	25	1
6-N	Mz-W	27	1
7-N	Mz-V	14	1
8-N	Mz-U	24	1
9-N	Mz-S	25	1
10-N	Mz-H1	04	1
11-E	Mz-1	08	1
12-E	Mz-A	19	1
13-E	Mz-J1	05	1
14-E	Mz-R2	24	1
15-E	Mz-E	08	1
16-S	Mz-Ñ	10	1
17-S	Mz-B2	16	1
18-S	Mz-C2	16	1
19-S	Mz-M2	06	1
20-S	Mz-N2	14	1
21-C	Mz-P	08	1
22-C	Mz-Q	16	1
23-C	Mz-F1	10	1
24-C	Mz-G1	04	1
25-C	Mz.T	08	1
TOTAL			25



3.3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.3.1. Materiales de laboratorio

- Frasco de Cultivo Roux 1000 mL.
- Perlas de 4 – 6mm
- Fiola de 25 mL.
- Fiola de 50 mL.
- Fiola de 100 mL
- Tubos de ensayo 16 x 150 mm.
- Tubos de ensayo 13 x 100 mm.
- Probeta de 500 mL.
- Probeta de 250 mL.
- Pipetas Volumétricas.
- Pipetas de 1mL
- Pipetas de 5mL
- Pipetas de 10mL
- Pipetas de 20 mL.
- Pipetas de 25 mL.
- Frascos con tapa rosca de 1000 mL de color ambar.
- Mortero y Pílon
- Puntas plásticas calidad lowretention y de preferencia con filtro (tips para pipeta automática).
- Propipeta (bomba de succión).
- Pizetas.
- Placas petri desechables 20x90mm
- Lentes.
- Barbijos (mascarillas).
- Gorros.
- Protectores de calzado.
- Batas estériles.
- Guantes.



Reactivos

- Caldo y agar Sabouraud
- Caldo de Agar Brillante
- Solución EDTA
- Murexide
- Hidróxido de sodio
- Naranja de metilo
- Ácido sulfúrico
- Dicromato de potasio
- Cloruro de bario
- Dextrose a 4% (p/p) (SDB Y SDA)
- Agua Purificada.
- Alcohol 70%.
- Hipoclorito de Sodio al 0.1%
- Solución Salina Fisiológica.
- Metanol
- Fosfato dibásico de potasio
- Fosfato monobásico de potasio
- Cloruro de amonio NH_4Cl
- Hidróxido de amonio NH_4OH
- Eriocromo Negro T
- Cloruro de Calcio CaCl_2
- Carbonato de calcio CaCO_3
- Ácido Clorhídrico HCl 3N

Equipos e instrumentos

- Micropipeta (capacidad 100-1000 μL)
- Micropipeta (capacidad 10-100 μL)
- Asa de siembra (asa bacteriológica).
- Mechero Bunsen.
- Balanza Analítica
- Potenciómetro.
- Incubadora (Temperatura de trabajo: $33\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$).

- Estufa de esterilización (Rango de trabajo de ambiente hasta 220 °C y a 300 °C).
- Autoclave.
- Baño María. (Temperatura de trabajo: 33 °C \pm 1 °C)
- Espectrofotómetro UV-visible.
- Marcador indeleble.
- Gradillas de metal.
- Cilindros de acero inoxidable de 8mm x 6 mm x 10mm.
- Cabina de sembrado.
- Cabina de Seguridad Biológica Clase II.
- Papel aluminio.

3.3.2. Métodos

a. Obtención de la muestra

➤ Recolección de la muestra

Se recolectará 01 muestra por manzana de agua para consumo humano de pozos tubulares, Lugar de colecta: urbanización Satélite de la Ciudad de Juliaca.

➤ Transporte

Se transportará en frascos de 500 ml previamente esterilizados. (Botellas Pet).

b. Análisis físico

➤ Examen físico

• Color

Para determinar el color de las aguas utilizamos el método organoléptico observando si el presenta particular extraños que alteren el color inocuo del agua de pozos tubulares esto también nos ayuda a determinar si presenta algún grado de turbidez.

- **Olor**

Las aguas destinadas al consumo humano no deben tener olor perceptible. Agregamos en un vaso de 50ml una cantidad adecuada de agua para ser reconocida por el sentido del olfato, siendo este aceptable y no aceptable como resultado.

- **Sabor**

Para determinar este indicador utilizamos el sentido del gusto y saber el sabor del agua de pozos tubulares pudiendo ser agradable u objetable y si estas son aceptables y no aceptables.

- **Determinación de pH**

- a. Calibrar el equipo antes de proceder al análisis de la muestra.
- b. Enjuagar el electrodo de medición de pH con agua destilada
- c. Colocar la muestra en un vaso de precipitación
- d. Introducir el electrodo de tal manera que el área sensible está completamente sumergido en la muestra.
- e. Agitar suavemente la muestra con ayuda de un agitador a fin de asegurar su homogeneidad.
- f. Leer el valor cuando la lectura sea estable.²⁸

- **Determinación de conductividad**

Un agua es tanto más conductora de la electricidad, cuantos más minerales disueltos contenga, en aguas crudas o tratadas dan normalmente una conductividad de 50 a 500 Micromohs/cm.²⁸

- **Determinación de sólidos totales disueltos**

Sólidos totales: procedimiento A

- Pesamos una capsula
- Tomamos 50 ml de muestra y las colocamos en la capsula
- Colocamos la capsula con la muestra en una estufa a 103 – 105°C y evaporar la muestra a sequedad.
- Enfriar la capsula y desecvador y pesar el residuo.



Solidos disueltos: procedimiento B

- Pesar la capsula.
- Tomar 50ml de muestra y filtrar a través de un embudo con papel filtro.
- Reciba el filtrado en la capsula y continúe igual que el procedimiento A.

- formula:

$$\text{STD} = (\text{solidos totales} - \text{solidos disueltos})$$

- **Determinación de cloruros**

Método volumétrico de Mohr

- Pipetear 2 x 100ml de muestra o una alícuota diluida a 100ml, a Erlenmeyer de 250ml.
- Si la muestra se encuentra altamente coloreada, agregar 3ml de suspensión de $\text{Al}(\text{OH})_3$ mezclar y dejar sedimentar. Filtrar y lavar combinando el filtrado y los lavados.
- Si la muestra contiene sulfuro o tiosulfato, alcalinizar a la fenoftaleina con NaOH . Agregar 1ml de H_2O_2 y agitar, neutralizar con H_2SO_4 .
- Agregar 1.0ml de indicador K_2CrO_4 . Y valorar con la solución tipo de AgNO_3 dejando a criterio individual del análisis el medio de definición del viraje.

- **Determinación de manganeso**

PROCEDIMIENTO

- Disolver 0.288g de permanganato de potasio en 100ml aproximadamente de agua destilada.
- Agregar 3ml de ácido sulfúrico
- Añadir aproximadamente 0.4g de sulfito mono sódico, llevar a ebullición.
- Enfriar y ajustar el volumen a 1000ml.²⁸

3.3.3. Análisis microbiológico

Determinación de *E. Coli*

Método del Numero Más Probable (NMP)

Test Presuntivo

- Se procede a inocular una tres tubos de ensayo conteniendo 9 ml de caldo lactosado y tubo de Durham invertido, con una cantidad de 1ml de dilución 10^1 . Se procederá de igual manera con las siguientes diluciones 10^2 y 10^3 en total se inocularan 9 tubos de ensayo.
- Se llevar a la incubadora los tubos que contienen las diluciones por 48 horas a 37°C pasado las 24 horas se realizara la primera lectura, si los tubos serán positivos a las 48 horas se interpretara como lactosas positivos, cuando el cultivo se tornara amarillo por viraje del indicador a un color amarillo y producción de gas.
- Si los tubos serán negativos a las 72 horas: el examen se da por terminado.
- Los tubos que resultaron positivos se seleccionaran para la siguiente análisis.

Test Confirmativo

- De los tubos elegidos se obtendrán 3 tomas de muestra con asa de kolle de cultivo y se inocularan en tubos de ensayo con 10ml de medio de cultivo caldo verde brillante bilis lactosa y tubos durham invertido.
- Se procederá a incubar por un aproximado de 48 horas a 37°C .
- Pasado el tiempo se procederá a ejecutar la lectura anotando los resultados de los tubos con crecimiento y gas positivo, el número de tubos positivos se coteja con la tabla del número más probable para estudiar los cálculos.

- Si el tubo es positivo y presentaran producción de gas y opacidad la prueba se estimara una muestra positiva.
- Para optar el número más posible de espécimen coliformes por ml se utilizara la subsiguiente formula.

$$\frac{\text{NMP de la tabla 100}}{\text{factor de dilucion intermedio}} = \text{NMP/ml}$$

Test de Aislamiento

- De los tubos positivos en condiciones de esterilidad se retira la muestra con un asa de kille se procederá a sembrar en placas Petri estériles con el medio de cultivo de eosinmetilblue (EMB), mediante estría simple, de cada dilución correspondiente.
- Una vez cultivada se procederá a incubar para su respectivo crecimiento a temperatura de 37°C por 24 a 48 horas aproximadamente, transcurrido el tiempo se procederá a realizar las lecturas, la lectura solo se realizara a colonias seleccionadas (las colonias lactosa positivo y colonias con brillo verde metálico).

Test de identificación

Se identificarán las colonias particulares con brillo verde metálico crecido en el medio el medio de cultivo EMB, con un asa de kille estéril se cojera una colonia y se inoculara en medios diferenciales: triple azúcar hierro (TSI), Lisine Iron Agar (LIA), citrato de Simmons (CS), y prueba Indol.²⁹

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.4.1. Técnicas

- Pruebas de análisis microbiológicos de alimentos.
- Para procesar los datos obtenidos de los medios de cultivo se empleó el software SPSS versión 22, donde se puso el análisis de varianza.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Para el desarrollo de la explicación, examen y discusión de los resultados se tabuló los datos de los indicadores obteniéndose un total de 23 tablas. El orden de presentación de resultados está directamente en correlación a la matriz de investigación.

El objetivo general de la investigación es evaluar las características físico químicas y microbiológicas del agua bebibible para el consumo humano de pozos tubulares en la urbanización de satélite de la Ciudad de Juliaca. Para propósitos de llegar a una conclusión investigativa se toma mucha en cuenta el estudio de sus respectivas dimensiones e indicadores.

El primer objetivo específico: Evalúa las propiedades físicas del agua bebibible para consumo humano proveniente de pozos tubulares de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Los indicadores estudiados fueron: olor, sabor y color. Los resultados de estos indicadores se presentan en la tabla 1, tabla 2 y tabla 3.

OLOR

En la tabla 1 enseña los resultados para la característica física - olor analizado en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras son aceptables por no presentar olores no correspondientes a la muestra.

TABLA 1: DETERMINACIÓN DE OLOR EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	
	Aceptable	No Aceptable
1	✓	—
2	✓	—
3	✓	—
4	✓	—
5	✓	—
6	✓	—
7	✓	—
8	✓	—
9	✓	—
10	✓	—
11	✓	—
12	✓	—
13	✓	—
14	✓	—
15	✓	—
16	✓	—
17	✓	—
18	✓	—
19	✓	—
20	✓	—
21	✓	—
22	✓	—
23	✓	—
24	✓	—
25	✓	—

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-Digesa (2011).

Castillo (2015). Indica que la presencia del olor en el agua nos permite describir cualitativamente su calidad, estado, procedencia o contenido en donde se puede evaluar mediante apreciaciones sensoriales que se realizan directamente. Y adquirir un resultado para determinar si esta es aceptable o no para su consumo.³⁰

SABOR

En la tabla 2 se muestra los resultados para la característica física – sabor analizado en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras son aceptables por no presentar sabores no correspondientes a la muestra.

TABLA 2: DETERMINACIÓN DE SABOR EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Sabor	
	Aceptable	No Aceptable
1	✓	—
2	✓	—
3	✓	—
4	✓	—
5	✓	—
6	✓	—
7	✓	—
8	✓	—
9	✓	—
10	✓	—
11	✓	—
12	✓	—
13	✓	—
14	✓	—
15	✓	—
16	✓	—
17	✓	—
18	✓	—
19	✓	—
20	✓	—
21	✓	—
22	✓	—
23	✓	—
24	✓	—
25	✓	—

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-Digesa (2011).

Castillo (2015) El sabor son determinaciones organolépticas y de determinación subjetiva.³⁰

COLOR

En la tabla 3 se muestra los resultados para la característica física – color analizado en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras son aceptables por no presentar colores no correspondientes a la muestra.

TABLA 3: DETERMINACIÓN DEL COLOR EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	Unidad De Color		Comparación Del Resultado Con La Norma
		Verdadero	Escala Pt/Co	
1	12.5	15		Incoloro
2	13.9	15		Incoloro
3	11.0	15		Incoloro
4	12.0	15		Incoloro
5	12.0	15		Incoloro
6	12.0	15		Incoloro
7	14.0	15		Incoloro
8	11.6	15		Incoloro
9	12.0	15		Incoloro
10	12.8	15		Incoloro
11	11.0	15		Incoloro
12	11.0	15		Incoloro
13	13.4	15		Incoloro
14	13.2	15		Incoloro
15	14.0	15		Incoloro
16	13.0	15		Incoloro
17	12.9	15		Incoloro
18	11.0	15		Incoloro
19	10.0	15		Incoloro
20	12.0	15		Incoloro
21	12.4	15		Incoloro
22	13.1	15		Incoloro
23	13.9	15		Incoloro
24	14.0	15		Incoloro
25	11.8	15		Incoloro

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-Digesa (2011).

Parra et al., (2011) determinaron el análisis utilizando un colorímetro Orbeco Hellige con discos comparadores de platino–cobalto para determinar el color del agua, encontrado con un resultado que no se adecuan a las normas técnicas, lo

cual puede atribuirse a la alta pluviosidad en la zona durante la fase del estudio, generando alta escorrentía y arrastre de sedimentos.³¹

El segundo objetivo específico: Evalúa los parámetros químicos del agua bebible para el consumo humano proveniente de pozos tubulares de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Los indicadores estudiados fueron: opacidad, pH, cloruros, sulfatos, conductividad, sólidos totales disueltos, cloruros, sulfatos, dureza total, aluminio, amoníaco, cobre, hierro, manganeso, zinc, sodio, nitratos y nitritos. Los resultados se muestran en las tablas: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19.

TURBIEDAD

En la tabla 4 se muestra los resultados para el contenido de turbiedad analizado en agua de pozos tubulares procedentes de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca, donde se observa que el 100% de las muestras de agua obtenidas de pozos tubulares se encuentran dentro de los parámetros permisibles que indica la DIGESA.

Se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores hallados con el indicador turbiedad, los datos están agrupados según la obtención en los siguientes sectores: zona norte, zona centro, zona oeste y zona sur de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Se observa que el estadístico F asociado a un valor $p < 0,05$ obtuvo una significancia asintótica de 0,00. La cual es menor a 0,05. **(Ver ANEXO E).**

Al observar LA DIFERENCIA entre los grupos muestrales se lleva al programa SPSS y se emplea la prueba post hoc de HSD de Tukey para afirmar la homogeneidad o la diferencia entre los grupos observados independientemente. Para tomar la decisión de considerar las medias como diferentes se tiene en cuenta la superposición del asterisco (*) sobre la diferencia de medias la cual nos indica que la significancia asintótica es menor que 0,05. **(Ver TABLA 4.1)**

Los subconjuntos homogéneos se emplearon para agrupar aquellos grupos observados cuyos datos guardan relación entre sí.

**TABLA 4: DETERMINACIÓN DE LA TURBIEDAD EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

Pozo	Turbiedad	Límite Máximo Permisible UNT	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	0.09	5	Apto
2	0.08	5	Apto
3	0.11	5	Apto
4	0.07	5	Apto
5	0.10	5	Apto
6	0.09	5	Apto
7	0.09	5	Apto
8	0.08	5	Apto
9	0.07	5	Apto
10	0.07	5	Apto
11	0.07	5	Apto
12	0.08	5	Apto
13	0.09	5	Apto
14	0.09	5	Apto
15	0.07	5	Apto
16	0.07	5	Apto
17	0.07	5	Apto
18	0.06	5	Apto
19	0.07	5	Apto
20	0.08	5	Apto
21	0.05	5	Apto
22	0.04	5	Apto
23	0.06	5	Apto
24	0.05	5	Apto
25	0.05	5	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-Digesa (2011).

GRÁFICO 1. DETERMINACIÓN DE LA TURBIEDAD EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

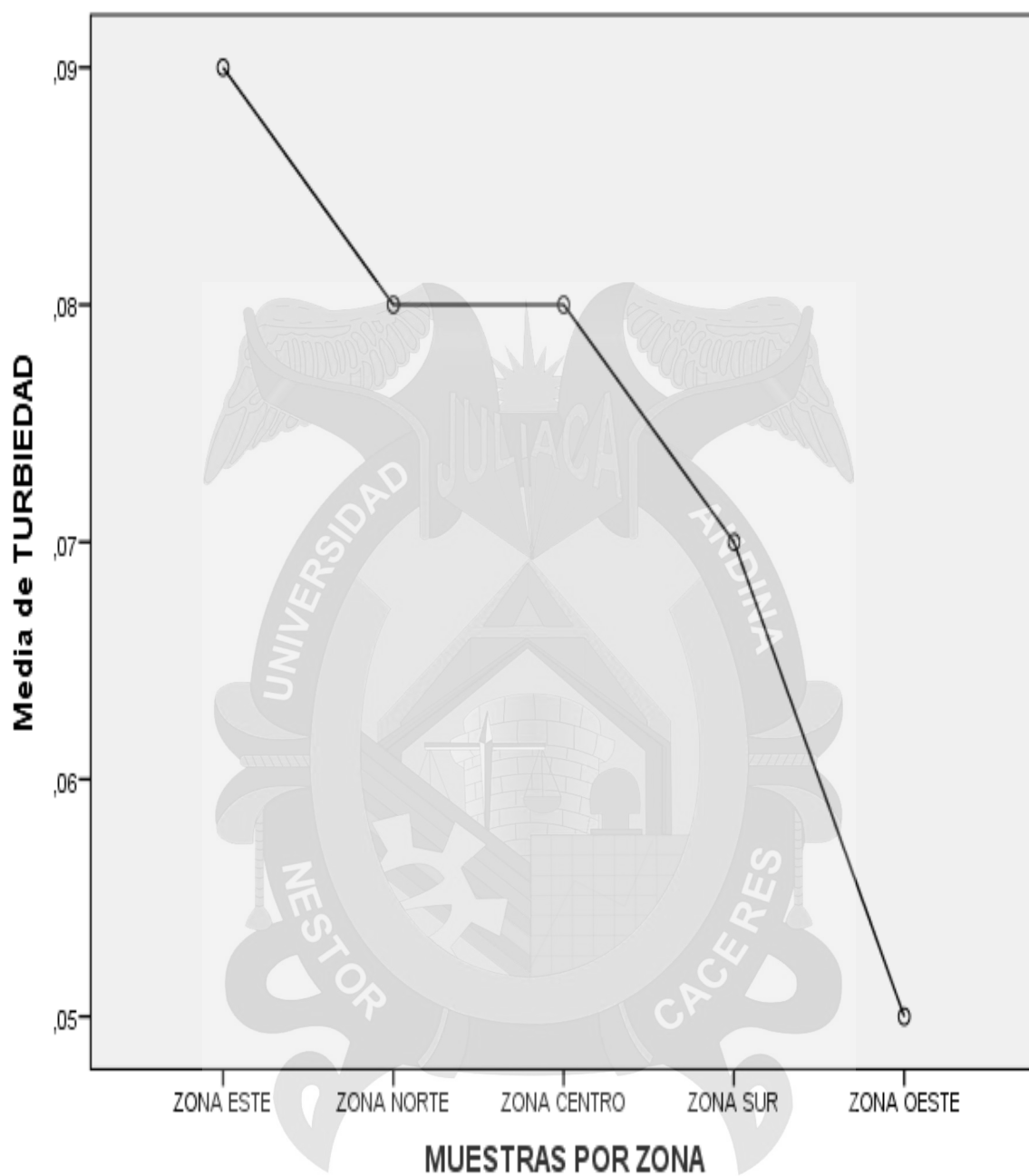


TABLA 4.1. SUBCONJUNTOS HOMOGENEOS PARA TURBIEDAD EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

TURBIEDAD

HSD Tukey^a

MUESTRAS POR		Subconjunto para alfa = 0.05		
ZONA	N	1	2	3
ZONA OESTE	5	,0500		
ZONA SUR	5		,0700	
ZONA NORTE	5		,0800	,0800
ZONA CENTRO	5		,0800	,0800
ZONA ESTE	5			,0900
Sig.		1,000	,570	,570

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Según nuestros resultados podemos indicar que no existe presencia de precipitados.

Marcó et al., (2004) indica que la turbidez presente en agua puede ser causada por tratamientos insuficientes en la planta de potabilización o pozo tubular.³²

pH

En la tabla 5 se muestra los resultados de pH analizado en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras se encuentran dentro de los parámetros químicos permisibles que indica la DIGESA.

Se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores hallados con el indicador pH, los datos están agrupados según la obtención en los siguientes sectores: zona este, zona norte, zona centro, zona sur y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Se observa que el estadístico F asociado a un valor $p < 0,05$ obtuvo una significancia asintótica de 0,02. La cual es menor a 0,05. **(Ver ANEXO E).**

Al observar LA DIFERENCIA entre los grupos muestrales se lleva al programa SPSS y se emplea post hoc de HSD de Tukey para afirmar la homogeneidad o la diferencia entre los grupos observados independientemente. Para tomar la decisión de considerar las medias como diferentes se tiene en cuenta la superposición del asterisco (*) sobre la diferencia de medias la cual nos indica que la significancia asintótica es menor que 0,05. **(Ver TABLA 5.1).**

Los subconjuntos homogéneos se emplearon para agrupar aquellos grupos observados cuyos datos guardan relación entre sí.

**TABLA 5: DETERMINACIÓN DEL PH EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

Pozo	Resultado	Límite Máximo Permissible pH	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	7.67	6.5 a 8.5	Apto
2	7.82	6.5 a 8.5	Apto
3	7.73	6.5 a 8.5	Apto
4	7.63	6.5 a 8.5	Apto
5	7.80	6.5 a 8.5	Apto
6	7.60	6.5 a 8.5	Apto
7	7.47	6.5 a 8.5	Apto
8	7.57	6.5 a 8.5	Apto
9	7.61	6.5 a 8.5	Apto
10	7.75	6.5 a 8.5	Apto
11	7.64	6.5 a 8.5	Apto
12	7.48	6.5 a 8.5	Apto
13	7.57	6.5 a 8.5	Apto
14	7.74	6.5 a 8.5	Apto
15	7.77	6.5 a 8.5	Apto
16	7.67	6.5 a 8.5	Apto
17	7.69	6.5 a 8.5	Apto
18	7.60	6.5 a 8.5	Apto
19	7.58	6.5 a 8.5	Apto
20	7.81	6.5 a 8.5	Apto
21	7.77	6.5 a 8.5	Apto
22	7.98	6.5 a 8.5	Apto
23	7.88	6.5 a 8.5	Apto
24	7.84	6.5 a 8.5	Apto
25	7.93	6.5 a 8.5	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el parametro de la calidad del agua para consumo humano-Digesa (2011).

GRÁFICO 2. DETERMINACIÓN DEL pH EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

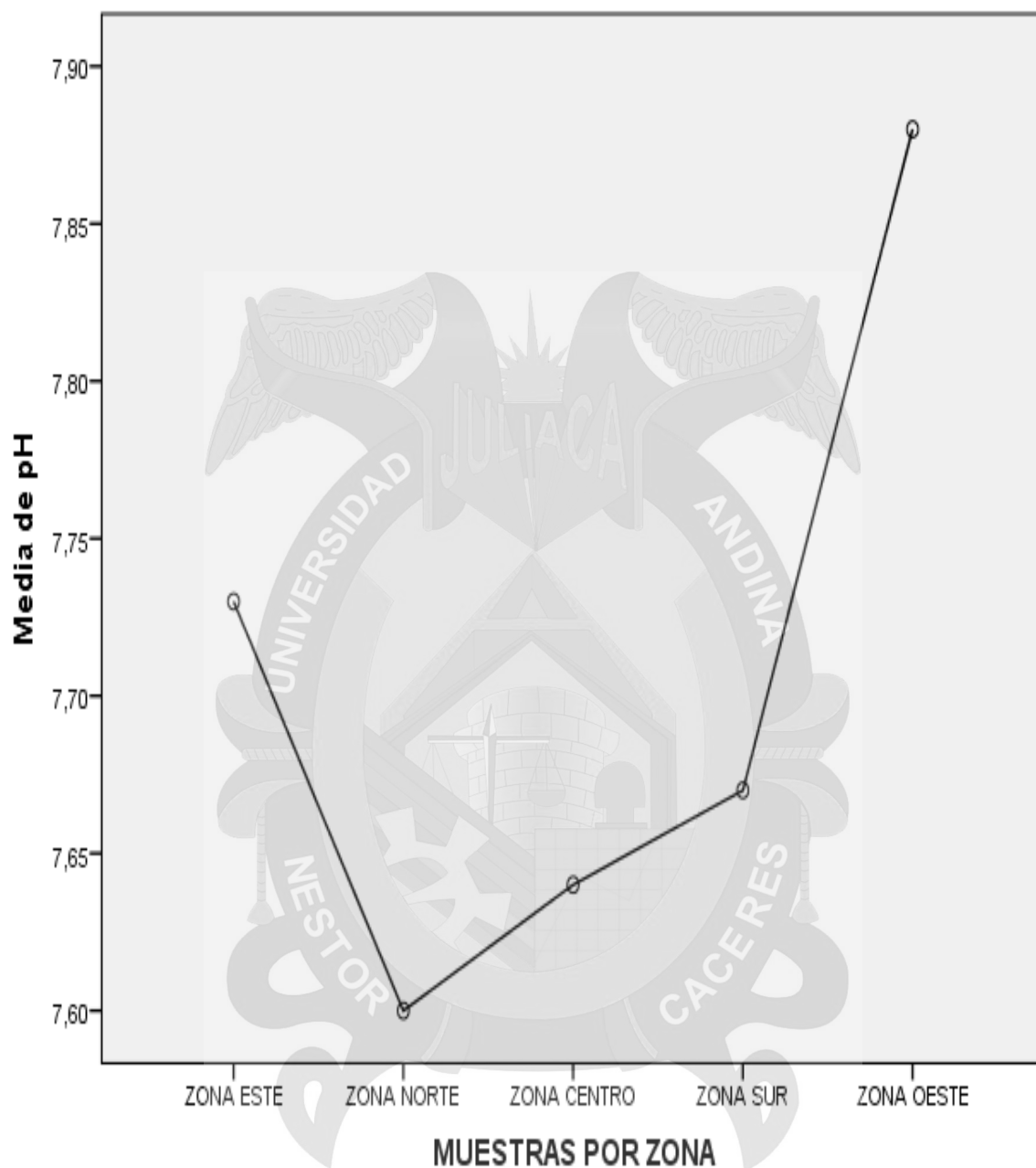


TABLA 5.1. SUBCONJUNTOS HOMOGENEOS PARA pH EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Ph

HSD Tukey^a

Subconjunto para alfa = 0.05			
MUESTRAS POR ZONA	N	1	2
ZONA NORTE	5	7,6000	
ZONA CENTRO	5	7,6400	
ZONA SUR	5	7,6700	
ZONA ESTE	5	7,7300	7,7300
ZONA OESTE	5		7,8800
Sig.		,241	,136

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Según Sanchez, T.Alvarez y J.pacheco (2016) Las muestras de agua subterránea presentaron valores de pH de 6.71 a 8.23, indicando que el agua fue moderadamente alcalina en los periodos estudiados. No obstante, ninguna de las muestras analizadas esta fuera de los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994.³³

CONDUCTIVIDAD

En la tabla n° 6 se muestra los productos para el parámetro de conductividad analizado en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de muestras obtenidas se encuentran dentro de los parámetros permisibles que indica la DIGESA.

Se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores hallados con el indicador conductividad, los datos están agrupados según la obtención en los siguientes sectores: zona oeste, zona entro, zona norte, zona sur y zona este de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Se observa que el estadístico F asociado a un valor $p < 0,05$ obtuvo una significancia asintótica de 0,00. La cual es menor a 0,05. **(Ver ANEXO E).**

Al observar LA DIFERENCIA entre los grupos muestrales se lleva al programa SPSS y se emplea post hoc de HSD de Tukey para afirmar la homogeneidad o la diferencia entre los grupos observados independientemente. Para tomar la decisión de considerar las medias como diferentes se tiene en cuenta la superposición del asterisco (*) sobre la diferencia de medias la cual nos indica que la significancia asintótica es menor que 0,05. **(Ver TABLA 6.1).**

Los subconjuntos homogéneos se emplearon para agrupar aquellos grupos observados cuyos datos guardan relación entre sí.



TABLA 6: DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	Límite Máximo Permisible Mmho/Cm	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	1.56	1500	Apto
2	1.40	1500	Apto
3	1.45	1500	Apto
4	1.49	1500	Apto
5	1.55	1500	Apto
6	2.32	1500	Apto
7	2.37	1500	Apto
8	2.30	1500	Apto
9	2.23	1500	Apto
10	2.38	1500	Apto
11	1.93	1500	Apto
12	1.79	1500	Apto
13	1.99	1500	Apto
14	2.03	1500	Apto
15	1.91	1500	Apto
16	0.09	1500	Apto
17	0.08	1500	Apto
18	0.06	1500	Apto
19	0.09	1500	Apto
20	0.08	1500	Apto
21	2.46	1500	Apto
22	2.42	1500	Apto
23	2.49	1500	Apto
24	2.48	1500	Apto
25	2.45	1500	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-Digesa (2011).

GRÁFICO 3. DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATELITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

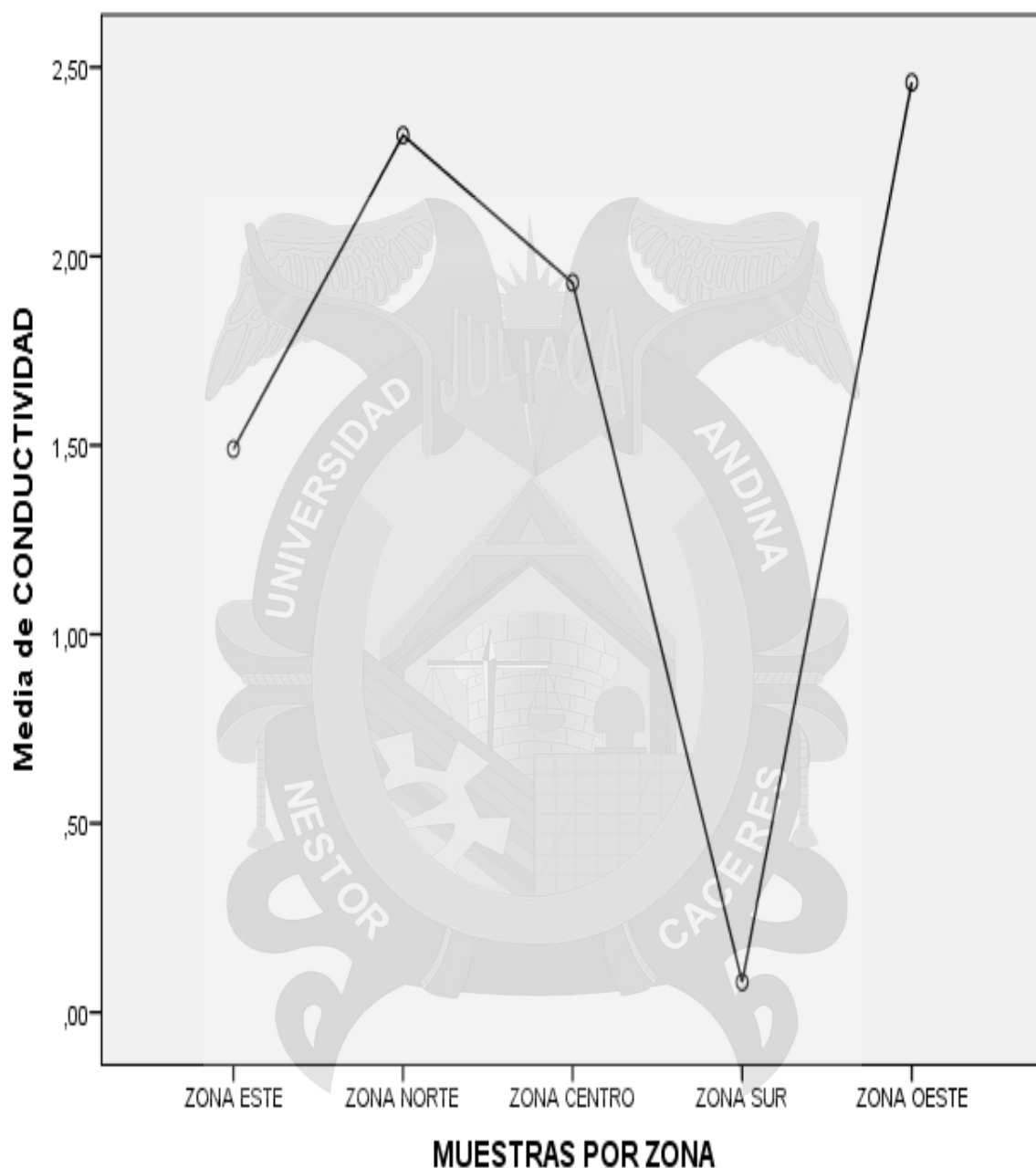


TABLA 6.1. SUBCONJUNTOS HOMOGENEOS PARA CONDUCTIVIDAD EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

CONDUCTIVIDAD

HSD Tukey^a

MUESTRAS POR		Subconjunto para alfa = 0.05				
ZONA	N	1	2	3	4	5
ZONA SUR	5	1,0800				
ZONA ESTE	5		1,4900			
ZONA CENTRO	5			1,9300		
ZONA NORTE	5				2,3200	
ZONA OESTE	5					2,4600
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Chalarca R., Mejia y Aguirre N. (2006) indican que temporalmente la corriente eléctrica presento cambios significativos en sus resultados los meses de marzo 2017 y abril 2017 con valores altos (periodo de aguas bajas). "Esto explica que en la época de aguas bajas la concentración de iones se incrementa posiblemente por el aumento en las tasas de descomposición de la materia orgánica".³⁴ Según esta premisa y en comparación a los resultados obtenidos para el agua de pozo tubular de la urbanización Satélite, este se encontraría dentro de los rangos para Corriente eléctrica y este líquido sea apto para consumo.

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS

En la tabla 7 se muestra los resultados para el contenido de sólidos totales disueltos analizados en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras obtenidas se encuentran dentro de los parámetros aceptables que indica la DIGESA.

Se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores hallados con el indicador sólidos totales disueltos, los datos están agrupados según la obtención en los siguientes sectores: zona este, zona centro, zona sur, zona norte, y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Se observa que el estadístico F asociado a un valor $p < 0,05$ obtuvo una significancia asintótica de 0,00. La cual es menor a 0,05. **(Ver ANEXO E).**

Al observar LA DIFERENCIA entre los grupos muestrales se llevó al programa estadístico SPSS post hoc de HSD de Tukey para afirmar la homogeneidad o la diferencia entre los grupos observados independientemente. Para tomar la decisión de considerar las medias como diferentes se tiene en cuenta la superposición del asterisco (*) sobre la diferencia de medias la cual nos indica que la significancia asintótica es menor que 0,05. **(Ver TABLA 7.1).**

Los subconjuntos homogéneos se emplearon para agrupar aquellos grupos observados cuyos datos guardan relación entre sí.



TABLA 7: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultados	Límite Máximo Permisible mgl-1	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	0.63	1000	Apto
2	0.68	1000	Apto
3	0.83	1000	Apto
4	0.73	1000	Apto
5	0.78	1000	Apto
6	1.22	1000	Apto
7	1.22	1000	Apto
8	1.18	1000	Apto
9	1.16	1000	Apto
10	1.02	1000	Apto
11	1.03	1000	Apto
12	0.99	1000	Apto
13	1.13	1000	Apto
14	1.06	1000	Apto
15	0.94	1000	Apto
16	0.06	1000	Apto
17	0.02	1000	Apto
18	0.04	1000	Apto
19	0.03	1000	Apto
20	0.05	1000	Apto
21	1.28	1000	Apto
22	1.22	1000	Apto
23	1.26	1000	Apto
24	1.24	1000	Apto
25	1.20	1000	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011).

GRÁFICO 4. DETERMINACIÓN DE LA SOLIDOS TOTALES DISUELTOS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

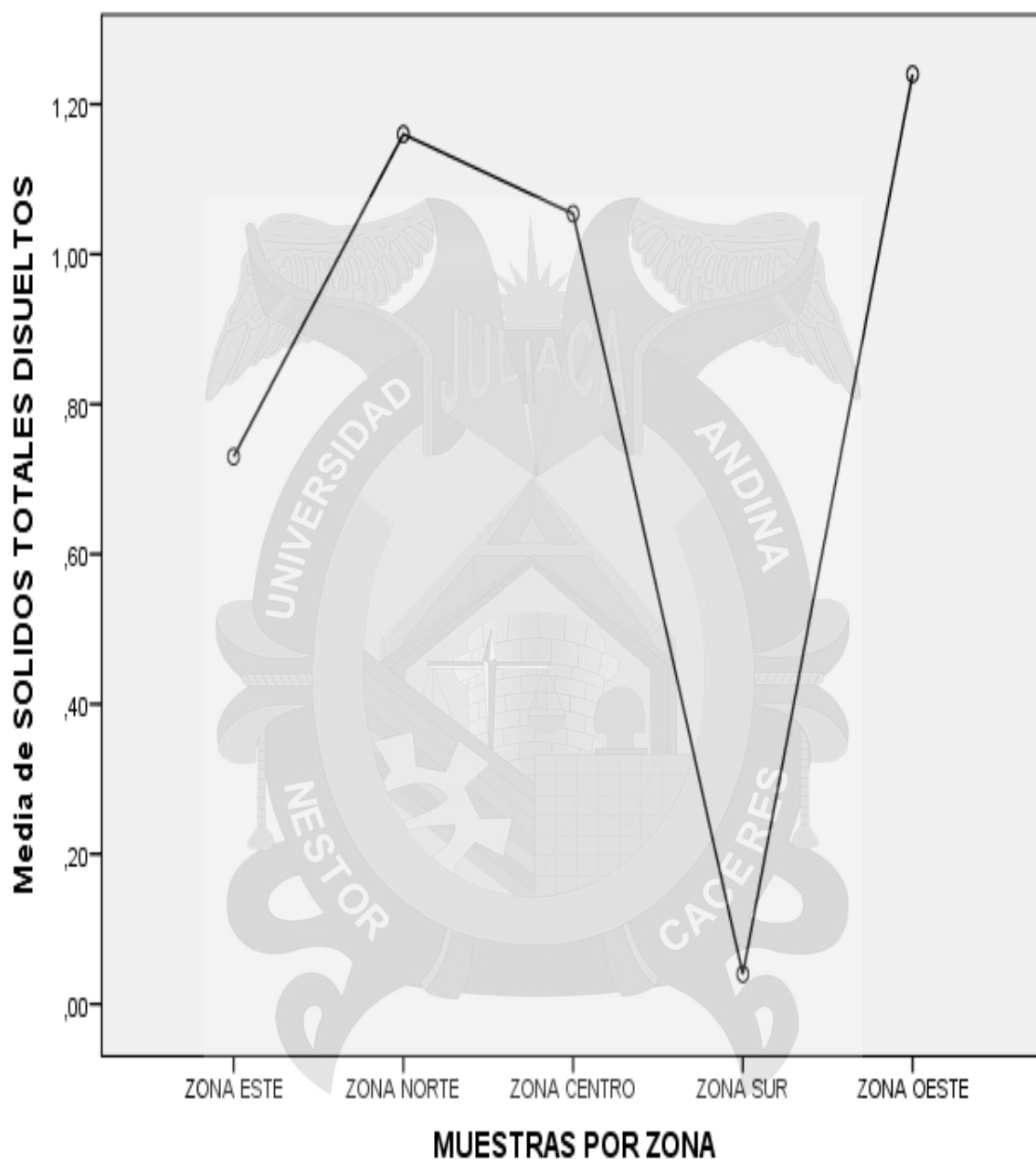


TABLA 7.1. SUBCONJUNTOS HOMOGENEOS PARA SOLIDOS TOTALES DISUELTOS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS

HSD Tukey^a

Subconjunto para alfa = 0.05					
MUESTRAS POR ZONA	N	1	2	3	4
ZONA SUR	5	,0400			
ZONA ESTE	5		,7300		
ZONA CENTRO	5			1,0540	
ZONA NORTE	5			1,1600	1,1600
ZONA OESTE	5				1,2400
Sig.		1,000	1,000	,063	,230

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Minaya, (2017) De acuerdo a los parámetros evaluados, se encontró que los Sólidos Totales Disueltos (TSS) mostraron un comportamiento relacionado al nivel de las aguas durante el tiempo de estudio; las variables de Temperatura y Transparencia mostraron valores decreciente conforme lo hacía el nivel de las aguas de la laguna.³⁵

CLORUROS

En la tabla 8 se visualiza los productos para el contenido de cloruros analizados en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 80% de las muestras obtenidas se encuentran dentro de los parámetros permisibles Y 20% NO se encuentran dentro de los parámetros permisible que indica la DIGESA.

Se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores hallados con el indicador cloruros, los datos están agrupados según la obtención en los siguientes sectores: zona este, zona norte, zona centro, zona sur y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Se observa que el estadístico F asociado a un valor $p < 0,05$ obtuvo una significancia asintótica de 0,00. La cual es menor a 0,05. **(Ver ANEXO E).**

Al observar LA DIFERENCIA entre los grupos muestrales se lleva al programa estadístico SPSS, prueba post hoc de HSD de Tukey para afirmar la homogeneidad o la diferencia entre los grupos observados independientemente. Para tomar la decisión de considerar las medias como diferentes se tiene en cuenta la superposición del asterisco (*) sobre la diferencia de medias la cual nos indica que la significancia asintótica es menor que 0,05. **(Ver TABLA 8.1).**

Los subconjuntos homogéneos se emplearon para agrupar aquellos grupos observados cuyos datos guardan relación entre sí.

Tabla 8: CONTENIDO DE CLORUROS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	Límite Máximo Permisible Mg Cl - L-1	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	178.98	250	Apto
2	171.46	250	Apto
3	187.47	250	Apto
4	181.56	250	Apto
5	188.33	250	Apto
6	229.78	250	Apto
7	226.98	250	Apto
8	227.14	250	Apto
9	229.42	250	Apto
10	235.58	250	Apto
11	200.46	250	Apto
12	198.35	250	Apto
13	205.36	250	Apto
14	201.45	250	Apto
15	201.43	250	Apto
16	335.66	250	No Apto
17	335.69	250	No Apto
18	334.83	250	No Apto
19	334.74	250	No Apto
20	332.78	250	No Apto
21	229.78	250	Apto
22	226.98	250	Apto
23	227.14	250	Apto
24	229.42	250	Apto
25	235.58	250	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011).

GRÁFICO 5. DETERMINACIÓN DE CLORUROS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATELITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

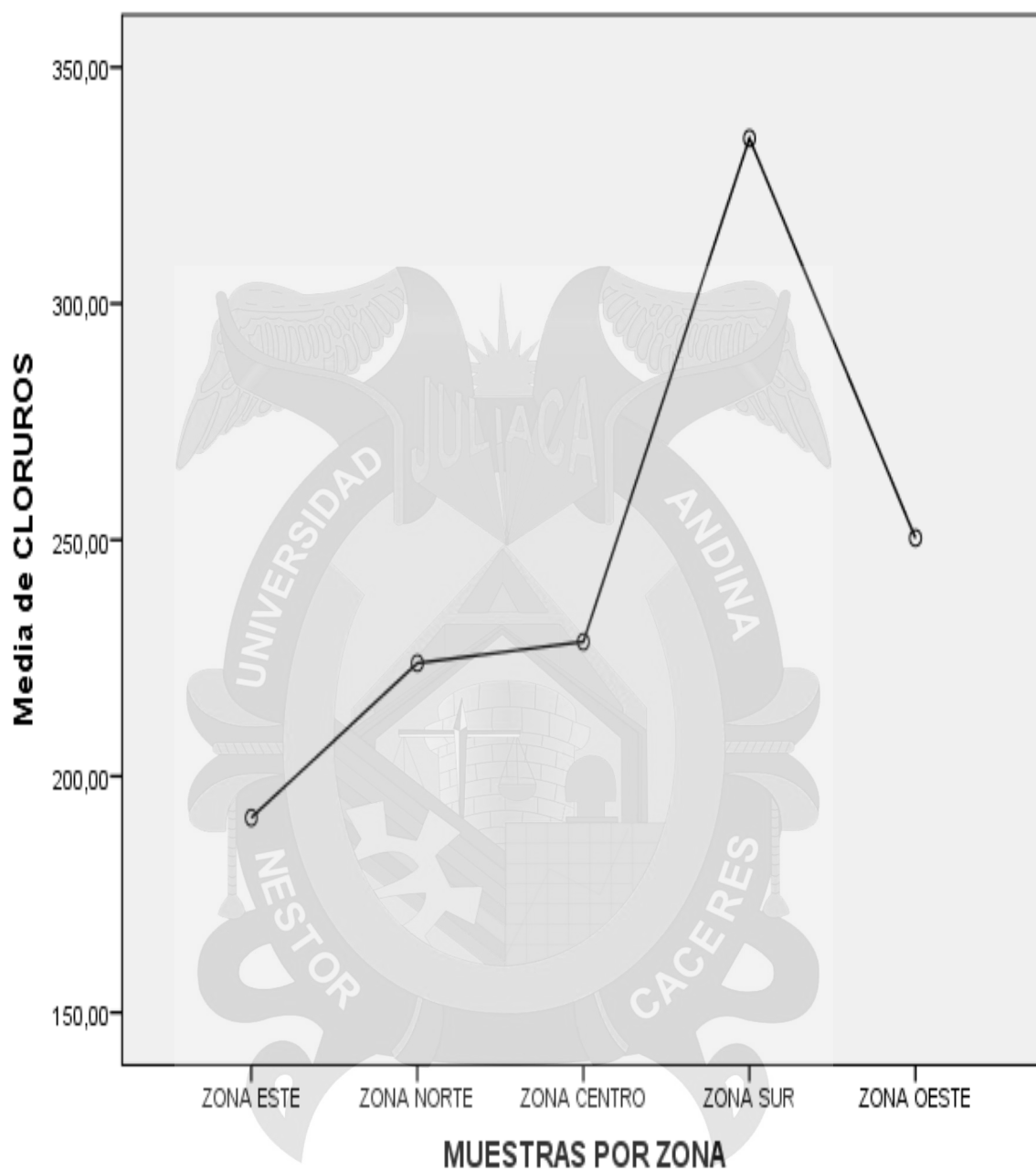


TABLA 8.1. SUBCONJUNTOS HOMOGENEOS PARA CLORUROS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

CLORUROS

HSD Tukey^a

		Subconjunto para alfa = 0.05	
MUESTRAS POR ZONA	N	1	2
ZONA ESTE	5	191,2040	
ZONA NORTE	5	223,9160	
ZONA CENTRO	5	228,4500	
ZONA OESTE	5	250,3800	
ZONA SUR	5		334,9560
Sig.		,106	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Villanueva M., Kogevinas y Grimalt J. (2001) realiza comparaciones donde las aguas subterráneas, tienen menor cantidad de precursores orgánicos por lo cual solo necesita dosis inferior de cloro, a diferencia de las aguas superficiales darán lugar a concentraciones más reducidas de sudproductos de la cloración .³⁶

SULFATOS

En la tabla 9 se visualizan los productos para el contenido de sulfatos analizados en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras obtenidas se encuentran dentro de los parámetros permisibles que indica la DIGESA.

Se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores hallados con el indicador sulfatos, los datos están agrupados según la obtención en los siguientes sectores: zona este, zona centro, zona sur zona norte, y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Se observa que el estadístico F asociado a un valor $p < 0,05$ obtuvo una significancia asintótica de 0,00. La cual es menor a 0,05. **(Ver ANEXO E).**

Al observar LA DIFERENCIA entre los grupos muestrales se lleva al programa Estadístico SPSS y se aplica la prueba post hoc de HSD de Tukey para afirmar la homogeneidad o la diferencia entre los grupos observados independientemente. Para tomar la decisión de considerar las medias como diferentes se tiene en cuenta la superposición del asterisco (*) sobre la diferencia de medias la cual nos indica que la significancia asintótica es menor que 0,05. **(Ver TABLA 9.1).**

Los subconjuntos homogéneos se emplearon para agrupar aquellos grupos observados cuyos datos guardan relación entre sí.

TABLA 9: CONTENIDO DE SULFATOS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	Límite Máximo Permissible Mg So ₄ = L-1	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	0.00	250	Apto
2	0.00	250	Apto
3	0.00	250	Apto
4	0.00	250	Apto
5	0.00	250	Apto
6	0.00	250	Apto
7	0.00	250	Apto
8	0.00	250	Apto
9	0.00	250	Apto
10	0.00	250	Apto
11	0.01	250	Apto
12	0.01	250	Apto
13	0.01	250	Apto
14	0.01	250	Apto
15	0.01	250	Apto
16	0.01	250	Apto
17	0.01	250	Apto
18	0.01	250	Apto
19	0.01	250	Apto
20	0.01	250	Apto
21	0.00	250	Apto
22	0.00	250	Apto
23	0.00	250	Apto
24	0.00	250	Apto
25	0.00	250	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-Digesa (2011).

GRÁFICO 6. DETERMINACIÓN DE SULFATOS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

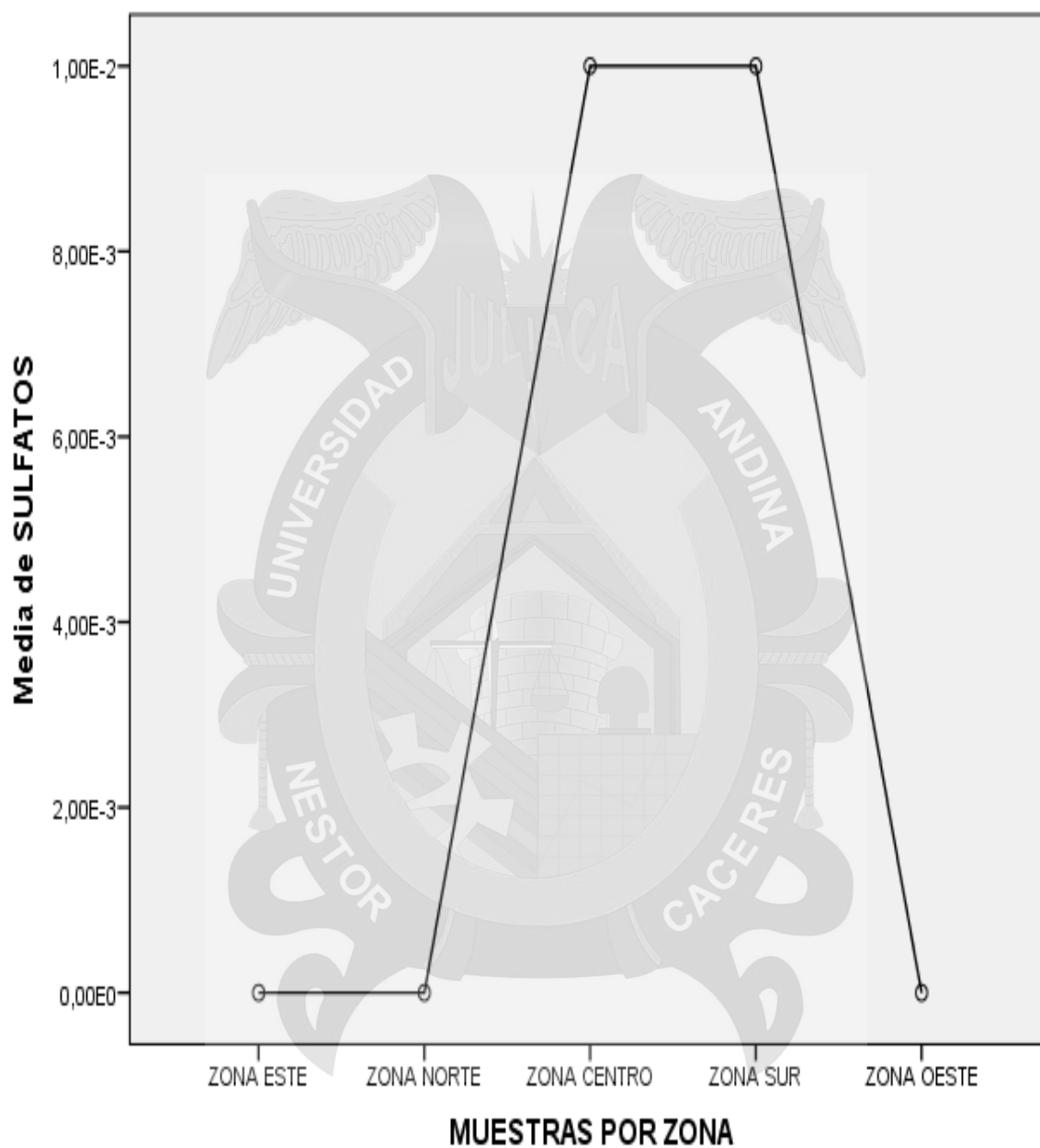


TABLA 9.1. SUBCONJUNTOS HOMOGENEOS PARA SULFATOS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

SULFATOS

HSD Tukey^a

MUESTRAS POR ZONA	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
ZONA ESTE	5	,0000	
ZONA NORTE	5	,0000	
ZONA OESTE	5	,0000	
ZONA CENTRO	5		,0100
ZONA SUR	5		,0100
Sig.		1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Sanchez T., Alvarez y Pacheco J. (2016) La concentración del ion sulfato en las aguas de bebida ha sido motivo de atención debido a su acción catártica, habiéndose encontrado un efecto laxante de las aguas que contienen más de 750 mg/l.³³ Según esta premisa y en comparación a los resultados obtenidos para el agua de pozo tubular de la urbanización Satélite, este se encontraría dentro de los rangos para el indicador de Sulfatos y este líquido sea apto para consumo.

DUREZA TOTAL

En la tabla 10 se visualizan los productos para el contenido de sólidos totales disueltos analizados en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras NO se encuentran dentro de los parámetros aceptables que indica la DIGESA.

Se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores hallados con el indicador dureza total, los datos están agrupados según la obtención en los siguientes sectores: zona este, zona centro, zona sur, zona norte, y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Se observa que el estadístico F asociado a un valor $p < 0,05$ obtuvo una significancia asintótica de 0,07. La cual es mayor a 0,05. Por lo tanto se acepta la hipótesis nula que indica que los grupos evaluados son iguales. **(Ver ANEXO E).**

Al observar LA HOMOGENEIDAD entre los grupos muestrales se lleva al programa estadístico SPSS, prueba post hoc de HSD de Tukey para afirmar la homogeneidad o la diferencia entre los grupos observados independientemente. Para tomar la decisión de considerar las medias como diferentes se tiene en cuenta la superposición del asterisco (*) sobre la diferencia de medias la cual nos indica que la significancia asintótica es menor que 0,05. **(Ver TABLA 10.1).**

Los subconjuntos homogéneos se emplearon para agrupar aquellos grupos observados cuyos datos guardan relación entre sí.

TABLA 10: CONTENIDO DE DUREZA TOTAL EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	Límite Máximo Permisible Mg Caco3 L-1	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	509.78	500	No Apto
2	576.54	500	No Apto
3	532.43	500	No Apto
4	543.60	500	No Apto
5	511.60	500	No Apto
6	512.50	500	No Apto
7	523.53	500	No Apto
8	545.67	500	No Apto
9	561.00	500	No Apto
10	687.65	500	No apto
11	501.76	500	No apto
12	509.00	500	No apto
13	505.56	500	No apto
14	501.61	500	No apto
15	501.67	500	No apto
16	534.70	500	No apto
17	527.77	500	No apto
18	512.23	500	No apto
19	511.32	500	No apto
20	509.78	500	No apto
21	504.85	500	No apto
22	501.09	500	No apto
23	527.65	500	No apto
24	505.76	500	No apto
25	523.45	500	No apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011).

GRÁFICO 7. DETERMINACIÓN DE LA DUREZA TOTAL EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATELITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

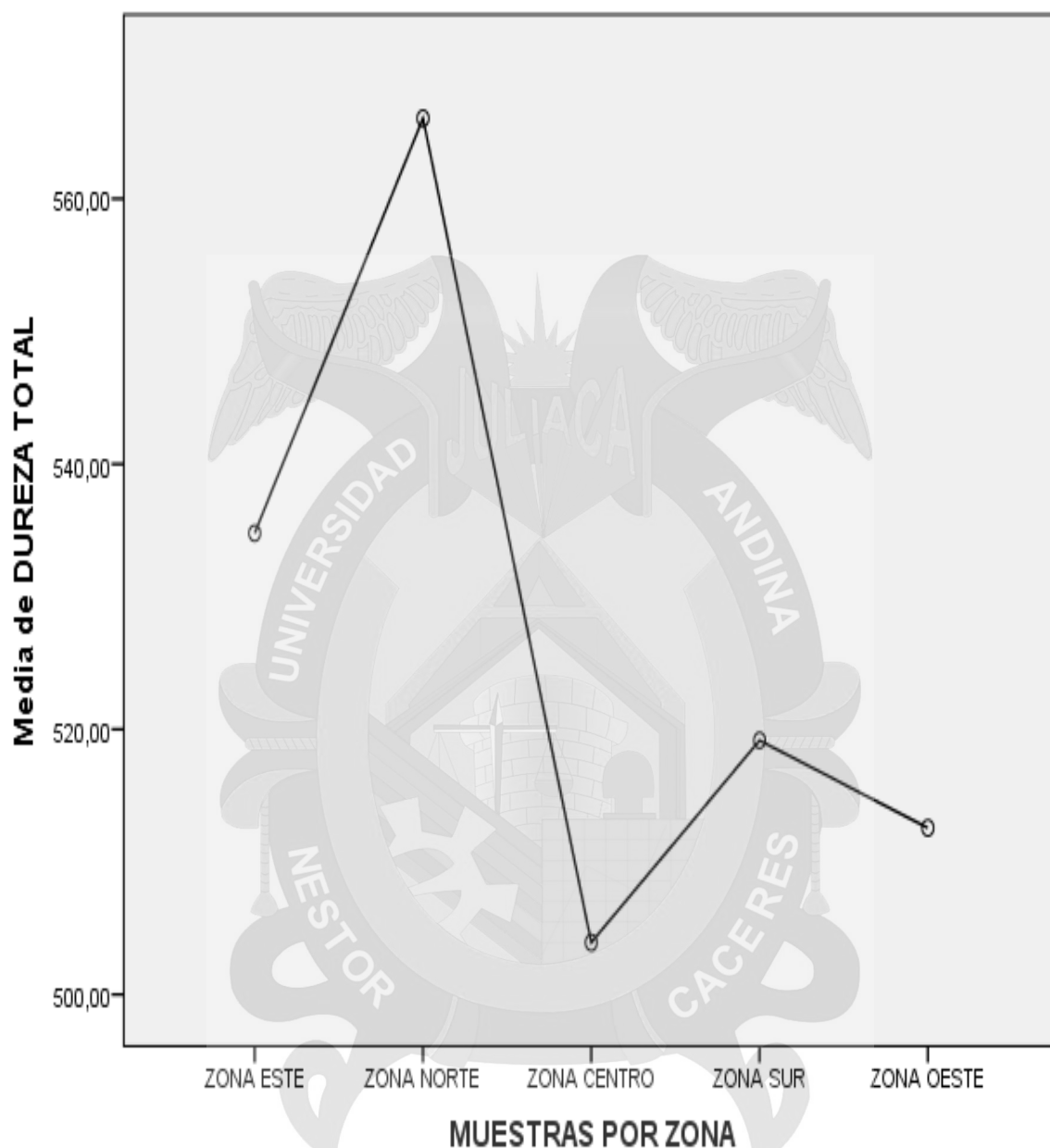


TABLA 10.1. SUBCONJUNTOS HOMOGENEOS PARA DUREZA TOTAL EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

DUREZA TOTAL

HSD Tukey^a

MUESTRAS POR ZONA	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
ZONA CENTRO	5	503,9200
ZONA OESTE	5	512,5600
ZONA SUR	5	519,1600
ZONA ESTE	5	534,7900
ZONA NORTE	5	566,0700
Sig.		,069

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Mora y Alfaro (2000) indican que el “análisis de sus resultados se basa en MgCO_3 y CaCO_3 . Concentraciones de dureza total (MgCO_3) oscilan entre 10 a 88mg/L. resultado normal al compararlo con la literatura mundial. En el caso del CaCO_3 , existe una mayor variedad en sus concentraciones”.³⁷

Gómez (2016) indica que sus resultados obtenidos de muestras de agua presentaba una dureza total de 2009,799 ppm como carbonato de calcio (CaCO_3) esto debido a las formaciones geológicas que atraviesa el agua previa a su captación. “Los pozos profundos (las aguas subterráneas) que atraviesan acuíferos carbonatados (calizas) presentan mayor dureza de carbonatos de calcio y magnesio”.³⁸ Según esta premisa y en comparación a los resultados obtenidos para el agua de pozo tubular de la urbanización Satélite, este se encontraría también con concentraciones elevadas de dureza no sea apto para consumo.

AMONIACO

En la tabla 11 se visualiza el producto para el contenido de sólidos totales disueltos analizados en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras obtenidas se encuentran dentro de los parámetros aceptables que indica la DIGESA.

No se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores con el indicador amoniaco, debido a que los datos obtenidos en los siguientes sectores: zona este, zona centro, zona sur, zona norte, y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca no evidenciaron presencia alguna de este compuesto químico.

Figueredo et al., (2011) indican que la mezcla binaria de amoniaco y agua muestra características termodinámicas como por ejemplo una elevada capacidad calorífica, además el amoniaco es relativamente barato y más amigable con el mejor ambiente que otras sustancias utilizadas frecuentemente en la industria.³⁹ Según esta premisa y en comparación a los resultados obtenidos para el agua de pozo tubular de la urbanización Satélite, este se encontraría dentro de los rangos para el indicador de Amoniaco y este líquido sea apto para consumo.

**TABLA 11: CONTENIDO DE AMONIACO EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

Pozo	Resultado	Límite Máximo Permisible mg N L-1	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	0.00	1.5	Apto
2	0.00	1.5	Apto
3	0.00	1.5	Apto
4	0.00	1.5	Apto
5	0.00	1.5	Apto
6	0.00	1.5	Apto
7	0.00	1.5	Apto
8	0.00	1.5	Apto
9	0.00	1.5	Apto
10	0.00	1.5	Apto
11	0.00	1.5	Apto
12	0.00	1.5	Apto
13	0.00	1.5	Apto
14	0.00	1.5	Apto
15	0.00	1.5	Apto
16	0.00	1.5	Apto
17	0.00	1.5	Apto
18	0.00	1.5	Apto
19	0.00	1.5	Apto
20	0.00	1.5	Apto
21	0.00	1.5	Apto
22	0.00	1.5	Apto
23	0.00	1.5	Apto
24	0.00	1.5	Apto
25	0.00	1.5	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011).



HIERRO

En la tabla 12 se visualizan los productos para el contenido de hierro analizados en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras obtenidas se encuentran dentro de los parámetros permisibles que indica la DIGESA.

No se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores con el indicador hierro, debido a que los datos obtenidos en los siguientes sectores: zona este, zona centro, zona sur, zona norte y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca no evidenciaron presencia alguna de este compuesto químico.

Bueno et al. (2011) Indican que el hierro se encuentra con más abundancia en la corteza terrestre como también puede estar presente en agua no tratada o natural dulce con concentraciones de 0,5 a 50 mg/l.⁴⁰ Según esta premisa y en comparación a los productos o los obtenidos para el agua de pozo tubular de la urbanización Satélite, este se encontraría dentro de los rangos para el indicador de Hierro y este líquido sea apto para consumo.

**TABLA 12: CONTENIDO DE HIERRO EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

Pozo	Resultado	Límite Máximo Permisible mg Fe L-1	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	0.00	0.3	Apto
2	0.00	0.3	Apto
3	0.00	0.3	Apto
4	0.00	0.3	Apto
5	0.00	0.3	Apto
6	0.00	0.3	Apto
7	0.00	0.3	Apto
8	0.00	0.3	Apto
9	0.00	0.3	Apto
10	0.00	0.3	Apto
11	0.00	0.3	Apto
12	0.00	0.3	Apto
13	0.00	0.3	Apto
14	0.00	0.3	Apto
15	0.00	0.3	Apto
16	0.00	0.3	Apto
17	0.00	0.3	Apto
18	0.00	0.3	Apto
19	0.00	0.3	Apto
20	0.00	0.3	Apto
21	0.00	0.3	Apto
22	0.00	0.3	Apto
23	0.00	0.3	Apto
24	0.00	0.3	Apto
25	0.00	0.3	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011).

MANGANESO

En la tabla 13 se visualizan los productos para el contenido de manganeso analizados en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras obtenidas se encuentran dentro de los parámetros aceptables que indica la DIGESA.

No se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores con el indicador manganeso, debido a que los datos obtenidos en los siguientes sectores: zona este, zona centro, zona sur zona norte y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca no evidenciaron presencia alguna de este compuesto químico.

McFarland M., y Dozier M., (2004) "mencionan que el agua contaminada con manganeso comúnmente contiene bacterias de manganeso, las cuales se alimentan de los minerales que presenta el agua. No causan problemas de salud pero si forman una baba rojiza que indica la presencia de manganeso ocasionando taponamiento en los sistemas de agua".⁴¹

Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR) (2001) indican que los individuos que consumen niveles altos de manganeso por largo período tienden sufren perturbaciones mentales y emocionales, exhibiendo movimientos lentos y faltos de coordinación, ya que este mineral es dañino para el cerebro que ayuda a controlar los movimientos del cuerpo humano esta enfermedad es llamada manganismo.⁴²

Según esta premisa y en comparación a los productos obtenidos para el agua bebible de pozo tubular de la urbanización Satélite, este se encontraría dentro de los rangos para el indicador de Manganeso y este líquido sea apto para consumo.

TABLA 13: CONTENIDO DE MANGANESO EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	Límite Máximo Permisible Mg Mn L-1	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	0.00	0.4	Apto
2	0.00	0.4	Apto
3	0.00	0.4	Apto
4	0.00	0.4	Apto
5	0.00	0.4	Apto
6	0.00	0.4	Apto
7	0.00	0.4	Apto
8	0.00	0.4	Apto
9	0.00	0.4	Apto
10	0.00	0.4	Apto
11	0.00	0.4	Apto
12	0.00	0.4	Apto
13	0.00	0.4	Apto
14	0.00	0.4	Apto
15	0.00	0.4	Apto
16	0.00	0.4	Apto
17	0.00	0.4	Apto
18	0.00	0.4	Apto
19	0.00	0.4	Apto
20	0.00	0.4	Apto
21	0.00	0.4	Apto
22	0.00	0.4	Apto
23	0.00	0.4	Apto
24	0.00	0.4	Apto
25	0.00	0.4	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011).

ALUMINIO

En la tabla 14 se visualiza los productos para el contenido de aluminio analizados en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras obtenidas se encuentran dentro de los parámetros aceptables que indica la DIGESA.

No se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores con el indicador aluminio, debido a que los datos obtenidos en los siguientes sectores: zona este, zona centro, zona sur, zona norte y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca no evidenciaron presencia alguna de este compuesto químico.

J. Campdelacreu (2012) indica que el aluminio consumido en el agua potable se asocia a la enfermedad de Alzheimer (EA) en concentraciones elevadas y estas con mayor exposición a redes eléctricas.⁴³ Según esta premisa y en comparación a los productos obtenidos para el agua de pozo tubular de la urbanización Satélite, este se encontraría dentro de los rangos para el indicador de Aluminio y este líquido sea apto para consumo.

TABLA 14: CONTENIDO DE ALUMINIO EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	Límite Máximo Permisible mg Al L-1	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	0.00	0.2	Apto
2	0.00	0.2	Apto
3	0.00	0.2	Apto
4	0.00	0.2	Apto
5	0.00	0.2	Apto
6	0.00	0.2	Apto
7	0.00	0.2	Apto
8	0.00	0.2	Apto
9	0.00	0.2	Apto
10	0.00	0.2	Apto
11	0.00	0.2	Apto
12	0.00	0.2	Apto
13	0.00	0.2	Apto
14	0.00	0.2	Apto
15	0.00	0.2	Apto
16	0.00	0.2	Apto
17	0.00	0.2	Apto
18	0.00	0.2	Apto
19	0.00	0.2	Apto
20	0.00	0.2	Apto
21	0.00	0.2	Apto
22	0.00	0.2	Apto
23	0.00	0.2	Apto
24	0.00	0.2	Apto
25	0.00	0.2	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011).

COBRE

En la tabla 15 se visualiza los productos para el contenido de cobre analizados en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras se encuentran dentro de los parámetros permisibles que indica la DIGESA.

No se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores con el indicador cobre, debido a que los datos obtenidos en los siguientes sectores: zona este, zona centro, zona sur, zona norte y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca no evidenciaron presencia alguna de este compuesto químico.

Klaassen D., et al (2005) indican que cuando el ser humano ingiere agua tratada con presencia de metal cobre con concentraciones no menor de 3 mg/l produce síntomas digestivos tales como vómitos, náuseas y diarrea como también provocar una necrosis hepática y muerte.⁴⁴ La enfermedad de Wilson se define por la acumulación excesiva del metal cobre en los órganos como hígado, el cerebro, los riñones y las corneas. En la sangre se observa una disminución de la ceruloplasmina y un aumento del metal cobre libre. Según esta premisa y en comparación a los resultados obtenidos para el agua de pozo tubular de la urbanización Satélite, este se encontraría dentro de los rangos para el indicador de Cobre y este líquido sea apto para consumo.

TABLA 15: CONTENIDO DE COBRE EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	Límite Máximo Permisible mg Cu L-1	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	0.00	2.0	Apto
2	0.00	2.0	Apto
3	0.00	2.0	Apto
4	0.00	2.0	Apto
5	0.00	2.0	Apto
6	0.00	2.0	Apto
7	0.00	2.0	Apto
8	0.00	2.0	Apto
9	0.00	2.0	Apto
10	0.00	2.0	Apto
11	0.00	2.0	Apto
12	0.00	2.0	Apto
13	0.00	2.0	Apto
14	0.00	2.0	Apto
15	0.00	2.0	Apto
16	0.00	2.0	Apto
17	0.00	2.0	Apto
18	0.00	2.0	Apto
19	0.00	2.0	Apto
20	0.00	2.0	Apto
21	0.00	2.0	Apto
22	0.00	2.0	Apto
23	0.00	2.0	Apto
24	0.00	2.0	Apto
25	0.00	2.0	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011).

ZINC

En la tabla 16 se visualizan los productos para el contenido de zinc analizados en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras obtenidas se encuentran dentro de los parámetros aceptables que indica la DIGESA.

No se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores con el indicador zinc, debido a que los datos obtenidos en los siguientes sectores: zona este, zona centro, zona sur, zona norte y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca no evidenciaron presencia alguna de este compuesto químico.

Blanco et al (1998) indica sobre contaminación circunstancial por zinc, y sus efectos sobre la población. "En el estudio señalan que no se han observado diferencias importantes en el grado de contaminación de las aguas de los pozos por dicho elemento".⁴⁵ Según esta premisa y en comparación a los resultados obtenidos para el agua de pozo tubular de la urbanización Satélite, este se encontraría dentro de los rangos para el indicador de Zinc y este líquido sea apto para consumo.



TABLA 16: CONTENIDO DE ZINC EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	Límite Máximo Permissible mg Zn L-1	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	0.00	3.0	Apto
2	0.00	3.0	Apto
3	0.00	3.0	Apto
4	0.00	3.0	Apto
5	0.00	3.0	Apto
6	0.00	3.0	Apto
7	0.00	3.0	Apto
8	0.00	3.0	Apto
9	0.00	3.0	Apto
10	0.00	3.0	Apto
11	0.00	3.0	Apto
12	0.00	3.0	Apto
13	0.00	3.0	Apto
14	0.00	3.0	Apto
15	0.00	3.0	Apto
16	0.00	3.0	Apto
17	0.00	3.0	Apto
18	0.00	3.0	Apto
19	0.00	3.0	Apto
20	0.00	3.0	Apto
21	0.00	3.0	Apto
22	0.00	3.0	Apto
23	0.00	3.0	Apto
24	0.00	3.0	Apto
25	0.00	3.0	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011).

SODIO

En la tabla 17 se visualizan los productos para el contenido de sodio analizados en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras obtenidas se encuentran dentro de los parámetros permisibles que indica la DIGESA.

Se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores hallados con el indicador sodio, los datos están agrupados según la obtención en los siguientes sectores: zona este, zona centro, zona sur, zona norte y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Se observa que el estadístico F asociado a un valor $p < 0,05$ obtuvo una significancia asintótica de 0,43. La cual es mayor a 0,05. Por lo tanto se acepta la hipótesis nula que indica que los grupos evaluados son iguales. **(Ver ANEXO E).**

Al observar LA HOMOGENEIDAD entre los grupos muestrales se llevó al programa estadístico SPSS, la prueba post hoc de HSD de Tukey para afirmar la homogeneidad o la diferencia entre los grupos observados independientemente. Para tomar la decisión de considerar las medias como diferentes se tiene en cuenta la superposición del asterisco (*) sobre la diferencia de medias la cual nos indica que la significancia asintótica es menor que 0,05. **(Ver TABLA 17.1).** Los subconjuntos homogéneos se emplearon para agrupar aquellos grupos observados cuyos datos guardan relación entre sí.

TABLA 17: CONTENIDO DE SODIO EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Sodio	Límite Máximo Permisible Mg Na L-1	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	34.00	200	Apto
2	21.94	200	Apto
3	32.00	200	Apto
4	33.01	200	Apto
5	12.60	200	Apto
6	13.52	200	Apto
7	9.81	200	Apto
8	23.70	200	Apto
9	32.16	200	Apto
10	13.96	200	Apto
11	22.54	200	Apto
12	21.44	200	Apto
13	16.51	200	Apto
14	14.54	200	Apto
15	21.87	200	Apto
16	54.21	200	Apto
17	18.61	200	Apto
18	15.42	200	Apto
19	12.30	200	Apto
20	11.56	200	Apto
21	11.21	200	Apto
22	13.54	200	Apto
23	13.55	200	Apto
24	15.43	200	Apto
25	19.32	200	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-Digesa (2011).

GRÁFICO 8. DETERMINACIÓN DE SODIO EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATELITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

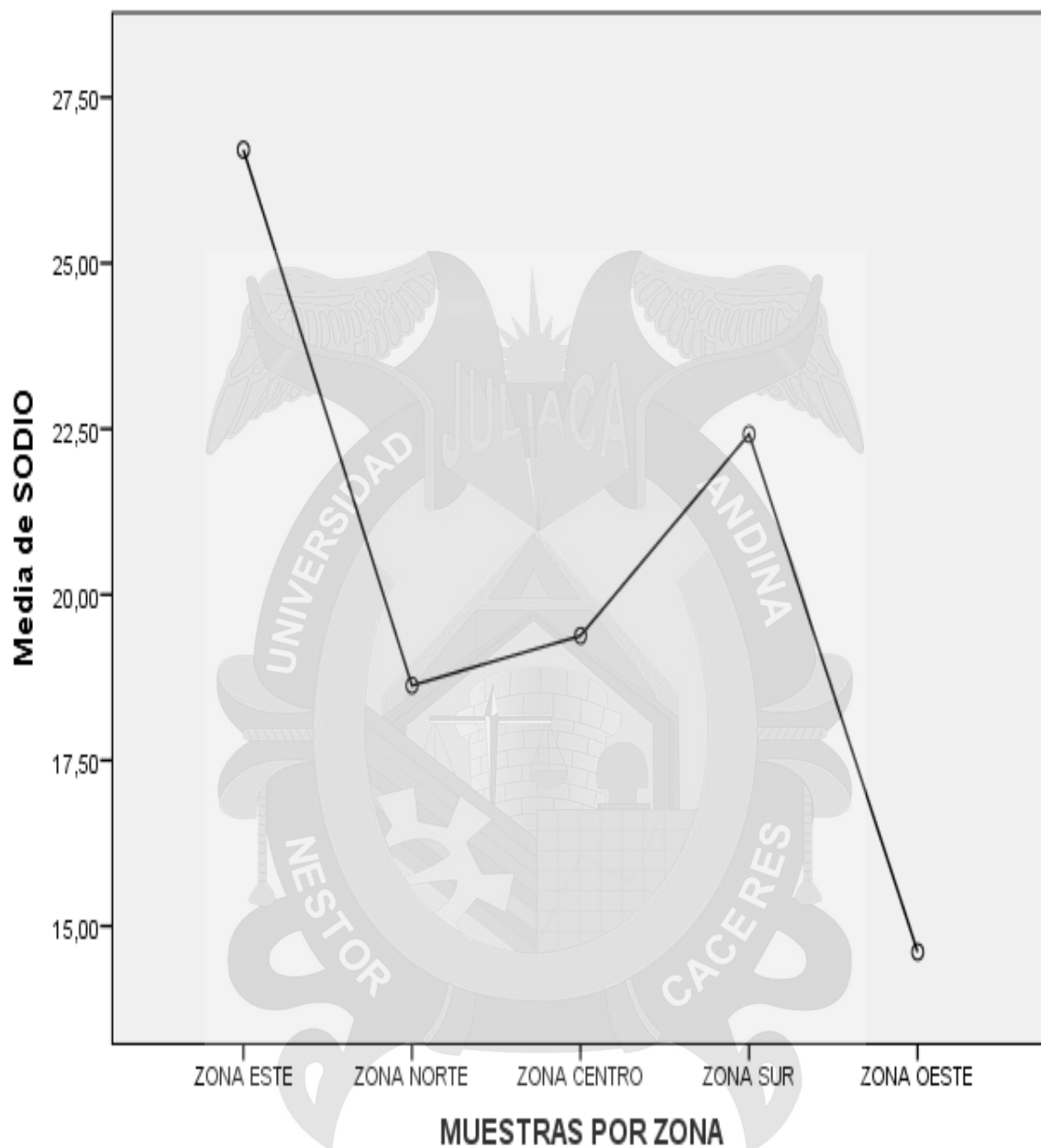


TABLA 17.1. SUBCONJUNTOS HOMOGENEOS PARA SODIO EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

SODIO

HSD Tukey^a

		Subconjunto para alfa = 0.05
MUESTRAS POR ZONA	N	1
ZONA OESTE	5	14,6100
ZONA NORTE	5	18,6300
ZONA CENTRO	5	19,3800
ZONA SUR	5	22,4200
ZONA ESTE	5	26,7100
Sig.		,357

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Sáenz R., (2004) indica la presencia de sodio en concentraciones registradas en muestras de agua de pozo extraídas de diferentes Departamentos correspondientes a la región central de Argentina, provincia del Chaco, “comprendiendo un rango entre 7,00 mg L-1 hasta valores de 5170 mg L-1 de Na, con un valor medio igual a 608 mg L-1 de Na”. ⁴⁶ utilizando para su determinación el método de fotometría. Según esta premisa y en comparación a los resultados obtenidos para el agua de pozo tubular de la urbanización Satélite, este se encontraría dentro de los rangos para el indicador de Sodio y este líquido sea apto para consumo.

NITRATOS

En la tabla 18 se visualizan los productos para el contenido de nitratos analizados en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras obtenidas se encuentran dentro de los parámetros aceptables que indica la DIGESA.

Se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores hallados con el indicador nitratos, los datos están agrupados según la obtención en los siguientes sectores: zona este, zona centro, zona sur, zona norte y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Se observa que el estadístico F asociado a un valor $p < 0,05$ obtuvo una significancia asintótica de 0,00. La cual es menor a 0,05. **(Ver ANEXO E).**

Al observar LA DIFERENCIA entre los grupos muestrales se llevó al programa estadístico SPSS, prueba post hoc de HSD de Tukey para afirmar la homogeneidad o la diferencia entre los grupos observados independientemente. Para tomar la decisión de considerar las medias como diferentes se tiene en cuenta la superposición del asterisco (*) sobre la diferencia de medias la cual nos indica que la significancia asintótica es menor que 0,05. **(Ver TABLA 18.1).**

Los subconjuntos homogéneos se emplearon para agrupar aquellos grupos observados cuyos datos guardan relación entre sí.

TABLA 18: CONTENIDO DE NITRATOS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	Límite Máximo Permissible mg NO ₃ L-1	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	0.00	50,00	Apto
2	0.00	50,00	Apto
3	0.00	50,00	Apto
4	0.00	50,00	Apto
5	0.00	50,00	Apto
6	0.00	50,00	Apto
7	0.00	50,00	Apto
8	0.00	50,00	Apto
9	0.00	50,00	Apto
10	0.00	50,00	Apto
11	0.01	50,00	Apto
12	0.01	50,00	Apto
13	0.01	50,00	Apto
14	0.01	50,00	Apto
15	0.01	50,00	Apto
16	0.01	50,00	Apto
17	0.01	50,00	Apto
18	0.01	50,00	Apto
19	0.01	50,00	Apto
20	0.01	50,00	Apto
21	0.00	50,00	Apto
22	0.00	50,00	Apto
23	0.00	50,00	Apto
24	0.00	50,00	Apto
25	0.00	50,00	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011).

GRÁFICO 9. DETERMINACIÓN DE NITRATOS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

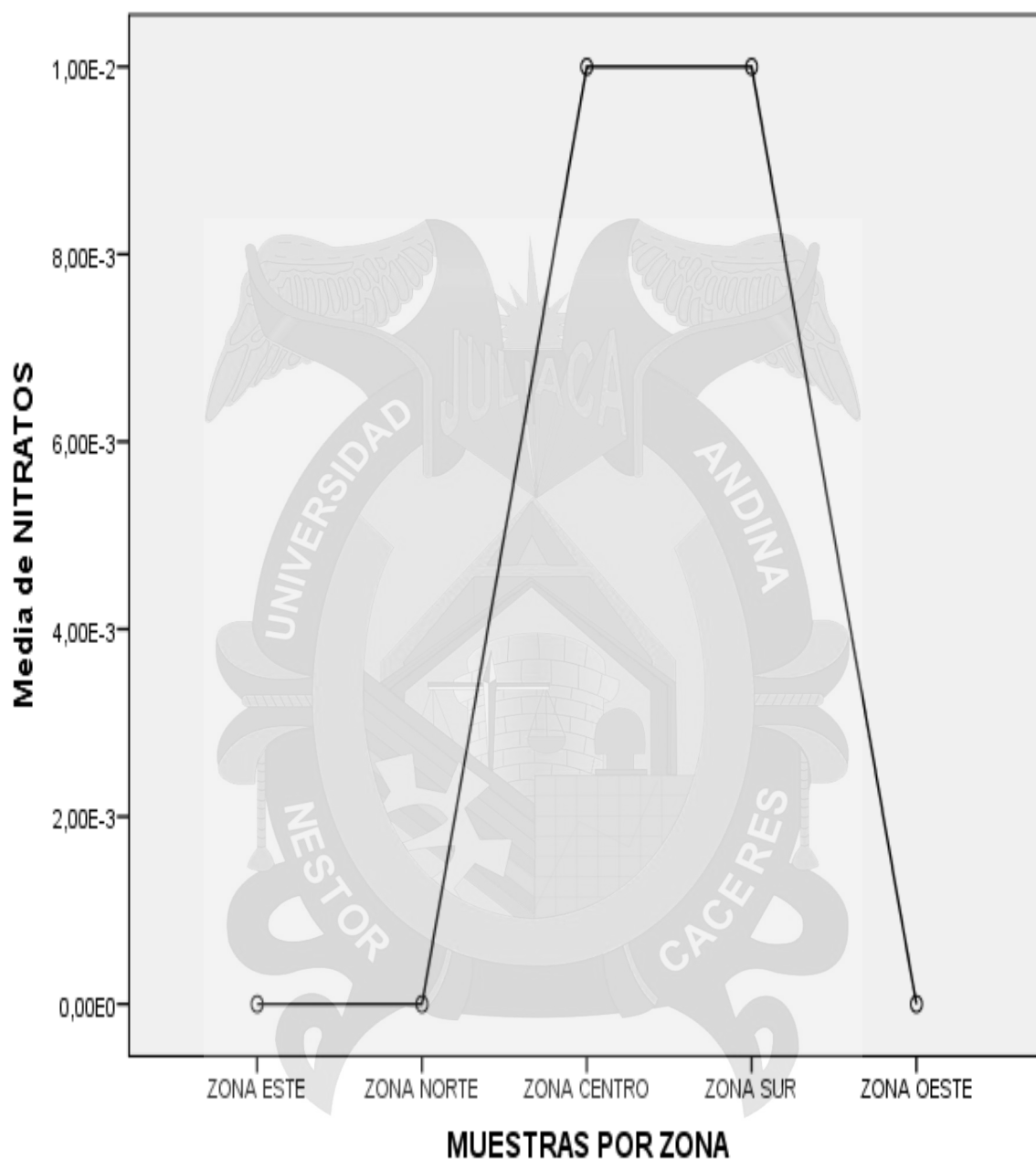


TABLA 18.1. SUBCONJUNTOS HOMOGENEOS PARA NITRATOS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

NITRATOS

HSD Tukey^a

		Subconjunto para alfa = 0.05	
MUESTRAS POR ZONA	N	1	2
ZONA ESTE	5	,0000	
ZONA NORTE	5	,0000	
ZONA OESTE	5	,0000	
ZONA CENTRO	5		,0100
ZONA SUR	5		,0100
Sig.		1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.v

Cabrera et al., (2003) demuestran que la presencia de niveles de nitrato en aguas naturales es "importante indicador de la calidad del agua por encontrarse relacionados con el ciclo de nitrógeno del suelo y plantas superiores. No obstante los nitratos también pueden ser añadidos por fertilización en suelo y así pudiendo ocasionar que los niveles de estos aumenten".⁴⁷ Realizando la comparación con la normativa y en contraste con los resultados concluimos que estaría apta para consumo.

NITRITOS

En la tabla 19 se visualiza los productos para el contenido de nitritos analizados en agua de pozos tubulares, donde se observa que el 100% de las muestras obtenidas se encuentran dentro de los parámetros aceptables que indica la DIGESA.

Se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores hallados con el indicador nitritos, los datos están agrupados según la obtención en los siguientes sectores: zona este, zona centro, zona sur, zona norte y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Se observa que el estadístico F asociado a un valor $p < 0,05$ obtuvo una significancia asintótica de 0,00. La cual es menor a 0,05. **(Ver ANEXO E).**

Al observar LA DIFERENCIA entre los grupos muestrales se llevó al programa estadístico SPSS, prueba post hoc de HSD de Tukey para afirmar la homogeneidad o la diferencia entre los grupos observados independientemente. Para tomar la decisión de considerar las medias como diferentes se tiene en cuenta la superposición del asterisco (*) sobre la diferencia de medias la cual nos indica que la significancia asintótica es menor que 0,05. **(Ver TABLA 18.1).**

Los subconjuntos homogéneos se emplearon para agrupar aquellos grupos observados cuyos datos guardan relación entre sí.

TABLA 19: CONTENIDO DE NITRITOS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	Límite Máximo Permisible mg NO ₂ L-1	Comparación Del Resultado Con La Norma
1	0.00	3,00 - 0,20	Apto
2	0.00	3,00 - 0,20	Apto
3	0.00	3,00 - 0,20	Apto
4	0.00	3,00 - 0,20	Apto
5	0.00	3,00 - 0,20	Apto
6	0.00	3,00 - 0,20	Apto
7	0.00	3,00 - 0,20	Apto
8	0.00	3,00 - 0,20	Apto
9	0.00	3,00 - 0,20	Apto
10	0.00	3,00 - 0,20	Apto
11	0.01	3,00 - 0,20	Apto
12	0.01	3,00 - 0,20	Apto
13	0.01	3,00 - 0,20	Apto
14	0.01	3,00 - 0,20	Apto
15	0.01	3,00 - 0,20	Apto
16	0.02	3,00 - 0,20	Apto
17	0.02	3,00 - 0,20	Apto
18	0.02	3,00 - 0,20	Apto
19	0.02	3,00 - 0,20	Apto
20	0.02	3,00 - 0,20	Apto
21	0.00	3,00 - 0,20	Apto
22	0.00	3,00 - 0,20	Apto
23	0.00	3,00 - 0,20	Apto
24	0.00	3,00 - 0,20	Apto
25	0.00	3,00 - 0,20	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011).

GRÁFICO 10. DETERMINACIÓN DE NITRITOS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATELITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

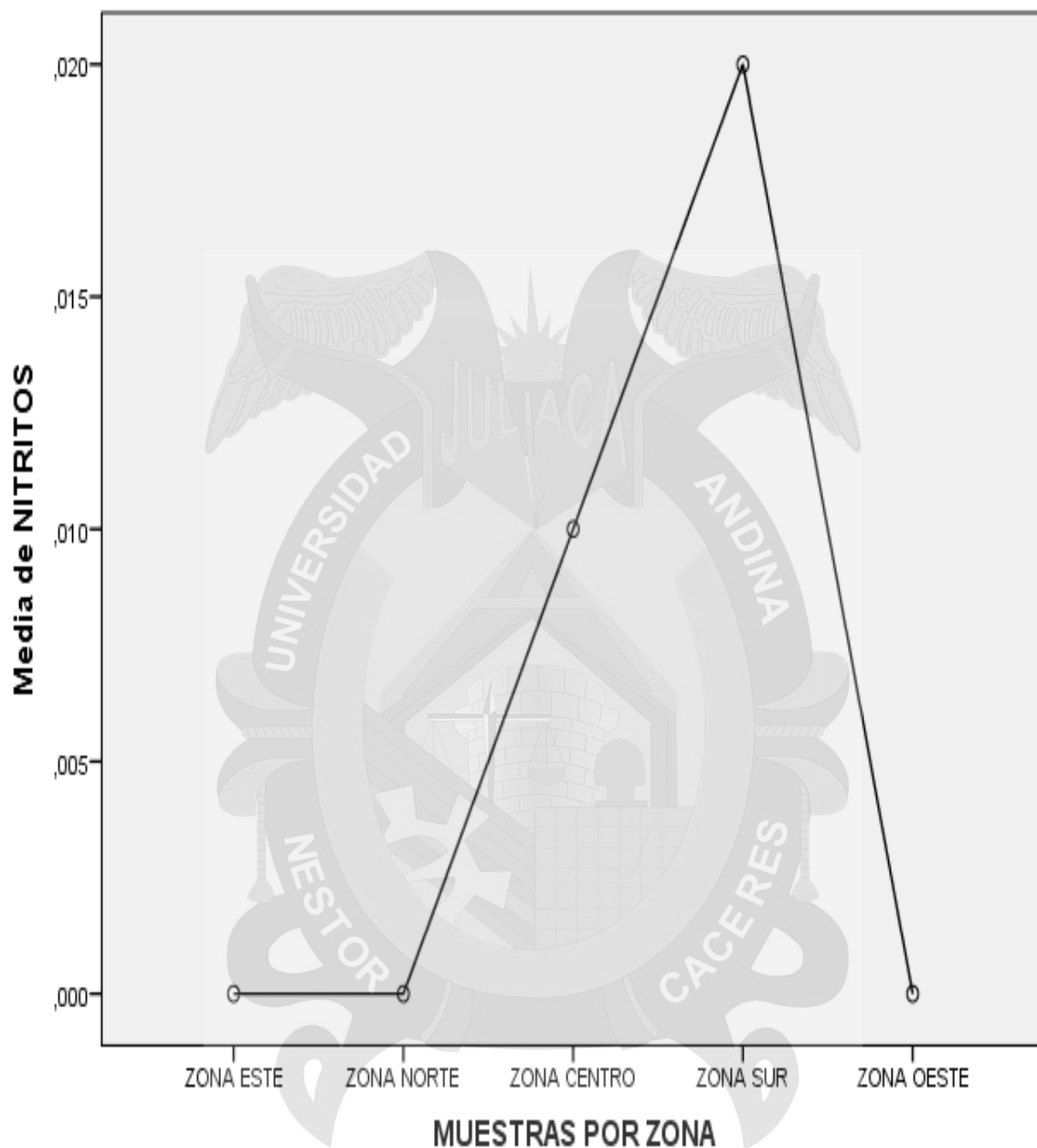


TABLA 18.1. SUBCONJUNTOS HOMOGENEOS PARA NITRITOS EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

NITRITOS

HSD Tukey^a

		Subconjunto para alfa = 0.05		
MUESTRAS POR ZONA	N	1	2	3
ZONA ESTE	5	,0000		
ZONA NORTE	5	,0000		
ZONA OESTE	5	,0000		
ZONA CENTRO	5		,0100	
ZONA SUR	5			,0200
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Cabrera et al., (2003) indica que los nitritos se “constituyen durante la biodegradación de nitratos, nitrógeno amoniacal u otros compuestos orgánicos nitrogenados y se utiliza como indicador de contaminación fecal en aguas naturales”.⁴⁷ Realizando la comparación con la normativa y en contraste con los resultados concluimos que estaría apta para consumo.



El tercer objetivo específico: Analiza el contenido microbiológico del agua bebible para consumo humano proveniente de pozos tubulares de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Los indicadores estudiados fueron: bacterias coliformes totales, *E. coli*, bacterias coliformes tolerantes y organismos de vida libre. Los datos obtenidos se detallan en la tabla 20, tabla 21, tabla 22 y tabla 23.

❖ Bacterias Coliformes Totales

En la tabla 20 se visualizan los productos del contenido de coliformes totales analizado en el agua de pozos tubulares, indicándonos que el 100 % de los pozos analizados se encuentran **No aptas** debido a que presentan este tipo de microorganismo como son los coliformes totales.

Se realizó el análisis de varianza para las medias de los valores hallados con el indicador nitritos, los datos están agrupados según la obtención en los siguientes sectores: zona este, zona centro, zona sur, zona norte y zona oeste de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Se observa que el estadístico F asociado a un valor $p < 0,05$ obtuvo una significancia asintótica de 0,00. La cual es menor a 0,05. **(Ver ANEXO E).**

Al observar LA DIFERENCIA entre los grupos muestrales se llevó al programa estadístico SPSS, la prueba post hoc de HSD de Tukey para afirmar la homogeneidad o la diferencia entre los grupos observados independientemente. Para tomar la decisión de considerar las medias como diferentes se tiene en cuenta la superposición del asterisco (*) sobre la diferencia de medias la cual nos indica que la significancia asintótica es menor que 0,05. **(Ver TABLA 20.1).**

Los subconjuntos homogéneos se emplearon para agrupar aquellos grupos observados cuyos datos guardan relación entre sí.

TABLA 20: CONTENIDO DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	Límite máximo permisible UFC/100 mL a 35°C	comparación de la Norma
1	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
2	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
3	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
4	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
5	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
6	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
7	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
8	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
9	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
10	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
11	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
12	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
13	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
14	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
15	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
16	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
17	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
18	2.3/100ml	1.8/100ml	No Apto
19	2.4/100ml	1.8/100ml	No Apto
20	2.2/100ml	1.8/100ml	No Apto
21	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto
22	2.0/100ml	1.8/100ml	No Apto
23	2.1/100ml	1.8/100ml	No Apto
24	2.1/100ml	1.8/100ml	No Apto
25	1.9/100ml	1.8/100ml	No Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos según el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA.

GRÁFICO 11. DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES LA TURBIEDAD EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

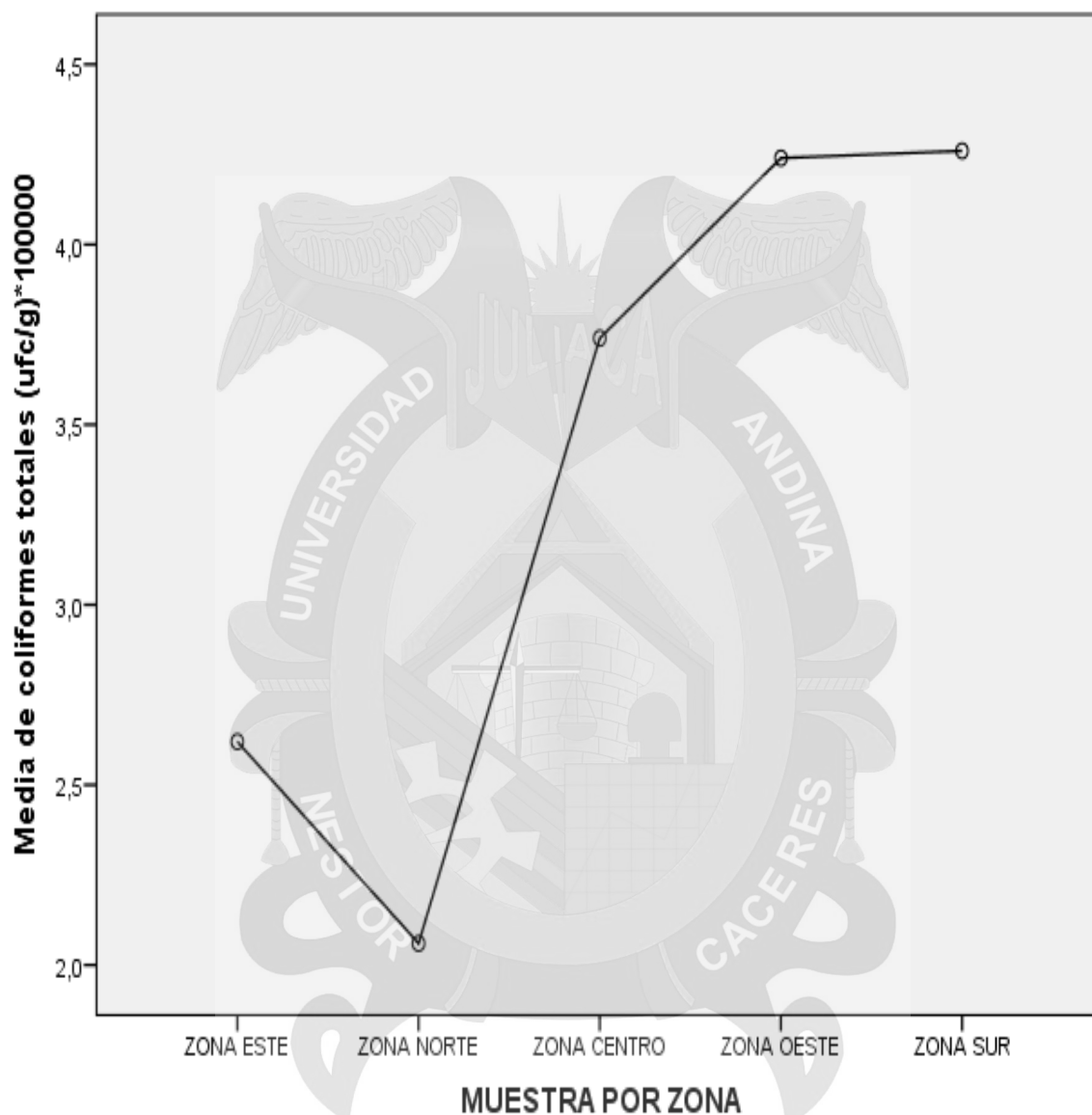


TABLA 20.1. SUBCONJUNTOS HOMOGENEOS PARA COLIFORMES TOTALES EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

COLIFORMES TOTALES (UFC/G)*100000

HSD Tukey^a

		Subconjunto para alfa = 0.05	
MUESTRA POR ZONA	N	1	2
ZONA NORTE	5	2,060	
ZONA ESTE	5	2,620	
ZONA CENTRO	5		3,740
ZONA OESTE	5		4,240
ZONA SUR	5		4,260
Sig.		,229	,293

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Amaya H., y Lisseth P., (2012) menciona que sus resultados obtenidos de muestras de aguas de pozos o subterráneos estaban contaminados con microorganismos, encontrándose principalmente bacterias coliformes tanto fecales como totales, concluyendo que el agua no tratada de las comunidades de La Arenera, San José y El Progreso, no cumple con los parámetros aceptables de calidad de agua establecidos por la norma.⁴⁸ Realizando la comparación con la normativa y en contraste con los autores concluimos que por las presencia de bacterias coliformes en el agua, esta no estaría apta para consumo hasta que se realice el tratamiento adecuado de saneamiento.

❖ E. coli

En la tabla 21 se visualizan los productos del contenido de *E. coli* analizado en el agua de pozos tubulares, indicándonos que el 100 % de los pozos analizados se encuentran **aptas** debido a que ningún agua de pozo presenta este tipo de bacterias.

Streitenberger, M. Baldini (2016) para la determinación de *E. coli* realizaron la técnica de la doble capa, a fin de recuperar las bacterias estresadas por las condiciones ambientales. Su detección es posible la presencia de microorganismos patógenos intestinales, con el riesgo higiénico-sanitario para la población que utilice las aguas con diversos fines.⁴⁹ Según esta premisa y en comparación a los resultados obtenidos para el agua de pozo tubular de la urbanización Satélite, este se encontraría de forma cualitativa libre de *E. coli* el cual sería un requisito para que este líquido sea apto para consumo.

TABLA 21: CONTENIDO DE *E-Coli* EN AGUA DE POZOS TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Resultado	Límite máximo permisible UFC/100 mL a 44.5°C	Comparación de resultado con la Norma
1	Negativo	0	Apto
2	Negativo	0	Apto
3	Negativo	0	Apto
4	Negativo	0	Apto
5	Negativo	0	Apto
6	Negativo	0	Apto
7	Negativo	0	Apto
8	Negativo	0	Apto
9	Negativo	0	Apto
10	Negativo	0	Apto
11	Negativo	0	Apto
12	Negativo	0	Apto
13	Negativo	0	Apto
14	Negativo	0	Apto
15	Negativo	0	Apto
16	Negativo	0	Apto
17	Negativo	0	Apto
18	Negativo	0	Apto
19	Negativo	0	Apto
20	Negativo	0	Apto
21	Negativo	0	Apto
22	Negativo	0	Apto
23	Negativo	0	Apto
24	Negativo	0	Apto
25	Negativo	0	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos según el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA.

❖ Bacterias Coliformes Termo tolerantes o fecales

En la tabla 22 se visualizan productos del contenido de la bacteria Coliformes Termo tolerantes o Fecales analizado en el agua de pozos tubulares, indicándonos que el 100 % de los pozos analizados se encuentran **aptas** debido a que ningún agua de pozo presenta este tipo de bacterias.

Alba et al. (2013) indica que Los coliformes totales, coliformes fecales termo tolerantes, se emplean como indicadores bacterianos (IOS) para observar la calidad del agua y así, la evaluación de la salud, ya que es mucho más fácil y menos costoso para detectar y cuantificar.⁵⁰ Según esta premisa y en comparación a los resultados obtenidos para el agua de pozo tubular de la urbanización Satélite, este se encontraría de forma cualitativa libre de bacterias termo tolerantes el cual sería un requisito para que este líquido sea apto para consumo.

**TABLA 22: CONTENIDO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES O FECALIS EN AGUA DE POZO TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

Pozo	Resultados	Límite máximo permisible UFC/100 mL a 44.5°C	Comparación de resultado con la Norma
1	Negativo	0	Apto
2	Negativo	0	Apto
3	Negativo	0	Apto
4	Negativo	0	Apto
5	Negativo	0	Apto
6	Negativo	0	Apto
7	Negativo	0	Apto
8	Negativo	0	Apto
9	Negativo	0	Apto
10	Negativo	0	Apto
11	Negativo	0	Apto
12	Negativo	0	Apto
13	Negativo	0	Apto
14	Negativo	0	Apto
15	Negativo	0	Apto
16	Negativo	0	Apto
17	Negativo	0	Apto
18	Negativo	0	Apto
19	Negativo	0	Apto
20	Negativo	0	Apto
21	Negativo	0	Apto
22	Negativo	0	Apto
23	Negativo	0	Apto
24	Negativo	0	Apto
25	Negativo	0	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos según el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA.



❖ Organismos de vida libre

En la tabla 23 se muestra los resultados del contenido de organismos de vida libre como Amebas de vida libre, *endolimax nana*, dentritos vegetales en donde los resultados demuestran que las aguas de pozos tubulares son **no aptas** debido a que el agua de pozo presenta forma de vida parasitaria que se considera perjudicial para el ser humano.

Muños et al. (2003) realizan el estudio en aguas, muestras de 8 piscinas públicas que indican que la presencia de amebas de vida libre. 8 muestras obtenidas de cada piscina, con un total de 64. Encontrando las amebas en 5 piscinas (62%). De las cuales son *Hartmannella* vermiformes constituyo el 12,5%; *Vannella* sp., 9,4%; *Naegleria*, 7,8% y *Acanthamoeba* un 4,7%. Motivo tiene la capacidad patógena para el hombre, el 36,6% de las cepas aisladas resultarían ser nocivo para el organismos humano (*Naegleria* y *Acanthamoeba*).⁵¹

TABLA 23: CONTENIDO DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE EN AGUA DE POZO TUBULARES EN LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

Pozo	Amebas De Vida Libre	Endolimax Nana	Detritus Vegetales	Comparación De Resultado Con La Norma
1	10 org/l			No Apto
2	11 org/l			No Apto
3	9 org/l			No Apto
4	13 org/l			No Apto
5	8 org/l			No Apto
6	9 org/l	3 org/l		No Apto
7	4 org/l	4 org/l		No Apto
8	6 org/l	2 org/l		No Apto
9	5 org/l	5 org/l		No Apto
10	4 org/l	4 org/l	X	No Apto
11	4 org/l		X	No Apto
12	6 org/l		X	No Apto
13	5 org/l		X	No Apto
14	4 org/l		X	No Apto
15	3 org/l		X	No Apto
16			Xx	
17			Xx	
18			Xx	
19			Xx	
20			Xx	
21	10 org/l	10 org/l		No Apto
22	11 org/l	9 org/l		No Apto
23	12 org/l	7 org/l		No Apto
24	12 org/l	9 org/l		No Apto
25	11 org/l	8 org/l		No Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-Digesa (2011).



4.2. CONCLUSIONES.

Las características fisicoquímicas del agua de pozos tubulares de la urbanización satélite se muestran como APTAS según la normatividad establecida por la DIGESA, sin embargo los parámetros microbiológicos evidencian contaminación de bacterias coliformes totales y presencia de microorganismos de vida libre (amebas, *Endolimax nana*) las cuales nos indican como NO APTAS según el reglamento de calidad de agua potable para el consumo humano, por ende se considera que el agua de pozos tubulares de la urbanización satélite de la Ciudad de Juliaca no cumple con todos los estándares obligatorios de calidad para su consumo.

Las muestras obtenidas de agua de pozos tubulares de la urbanización satélite de Juliaca muestran características organolépticas aceptables en comparación a la norma técnica de calidad del agua potable para consumo humano (DIGESA).

Las muestras obtenidas de agua de pozos tubulares de la urbanización satélite de Juliaca muestran características químicas aceptables para los parámetros: turbiedad, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, sulfatos, además se indica ausencia de amoníaco, hierro, manganeso, cobre y zinc. Se encuentra que los parámetros de dureza total y cloruros exceden el límite máximo aceptable en comparación a la norma técnica de calidad del agua potable para el consumo humano considerándolas como No Aptas según la normatividad (DIGESA).

El agua de pozos tubulares de la urbanización satélite de Juliaca de acuerdo a los resultados obtenidos demuestra la presencia de coliformes totales y organismos de vida libre excediendo los límites máximos aceptables según la norma técnica de calidad del agua para el consumo humano (DIGESA). Indicando como NO APTO.



4.3. RECOMENDACIONES.

- Desarrollar actividades de cloración y potabilización en agua de pozos tubulares de la urbanización Satélite para evitar problemas en la salud a los pobladores de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca.
- Evaluar más detenidamente en el aspecto de análisis microbiológico del agua de pozos tubulares en la urbanización Satélite y la ciudad de Juliaca.
- Educar a la población juliaqueña como medida inmediata sobre cómo hacer uso del agua proveniente de pozos tubulares en labores domésticas, agrícolas, comerciales entre otros, en reuniones comunales y con el apoyo del área correspondiente de la municipalidad de San Roman.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Juan C. Sevilla. **Guía de Consulta para la Prevención y la Gestión de Conflictos Hídricos**. ANA, MINAGRI. 2014.
2. ONU. **El agua fuente de vida**. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas División de Desarrollo Sostenible 2 UN PLAZA, DC2, Room 2024 Nueva York, N.Y. 10017 – EE. UU.2005-2015.
3. Calsin Katherine. **Calidad Física, Química Y Bacteriológica De Aguas Subterráneas De Consumo Humano En El Sector De Taparachi Iii De La Ciudad De Juliaca**. Universidad Nacional Altiplano. Puno, 2016.
4. Florez Franco, Rogelio. **Análisis del problema del agua potable y saneamiento: ciudad de puno Situación Actual y Realidad**. Rev. Investig. Altoandín. 2014; Vol 16 N° 1: 05 – 08.
5. Cázares,M., Alcantara, A. **Análisis microbiológico de la calidad del agua de ciudad Nezahualcóytl, acorde a la norma oficial mexicana nom-127-ssa1-1994**. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Argentina, 2014.
6. Jofre-Meléndez, R.; Cervantes-Pérez, J.; Barradas, V. L. **Calidad del agua de la niebla captada artificialmente en la Microcuenca del río Pixquiac, Veracruz, México**.Universidad Autónoma de Mexico; Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 18(2):122-130, 2010.
7. Fabián Paulino, L., Wong, M. y Naguiomy, J. **Análisis de la calidad de agua potable y estrategias de intervención para su mejor uso en el distrito de Huaura**. Repertorio institucional UNJFSC, Huacho, 2016.
8. Christine Marie G. et al. **Arsénico en el agua potable: una amenaza para la salud reconocida en el Perú**. Boletín de la OMS, Art. Volumen 92:2014.
9. Avila Rodríguez, J. C., y León Olortegui, J. A. **Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del distrito de Trujillo departamento de La Libertad**. Universidad Nacional de Trujillo, 2012.



10. Marchand Pajares E.O. **Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima**. Oficina General del Sistema de Bibliotecas UNMSM, 2002.
11. Zegarra Butrón A. **Influencia del suelo en la calidad del agua subterránea en la zona sur de la ciudad de Juliaca**. Maestria Ing. Civil. EPG.UANCV, 2014.
12. Larico N. y Larico E. **Análisis físico químico y microbiológico del agua que abastece a los centros educativos de la ciudad de juliaca**. Res.N°-0263-2016-UANCV-CU-R, 2016.
13. Sierra Ramirez, Carlos Alberto. **Calidad del Agua: Evaluación y Diagnostico**. Bogotá, CO: Ediciones de la U, 2011.
14. Bellido, Norberto O. **Aguas Subterráneas. Conocimiento y Explotación**. Instituto Ingeniería Sanitaria (25-II), Buenos Aires Argentina, 2012.
15. Severiche S. Carlos A., Castillo B. Marlon E. y Acevedo B. Rosa L. **Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos Básicos en Aguas**. Eumed.net, Cartagena de Indias-Colombia. 2013
16. **Análisis de Agua**. Standard methods for the examination of water and waster. [internet].1999; 3-46 [consultado17-06-17].Disponible en: https://www.upct.es/~minaees/analisis_aguas.pdf.
17. Tripod. **Determinación de cloruros por Argentometría**. American Society for testing and Materials.[internet]. Annual book of Standards 1994; Disponible en : <http://arturobola.tripod.com/cloru.htm#Determinación->
18. Universidad de Sevilla. **Tratamiento de Aguas Residuales**. Ambientum [internet]. 2017; 11. Disponible en: http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/Determinacion_de_sulfatos.asp#



19. Jaes. **Análisis de Agua**. Química analítica ambiental [internet] 2010:10 [consultado 17-06-07]. Disponible en: http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia_archivos/Quimica%20analitica%20ambiental/tema%2010.pdf
20. Justy M. perez. **Química Ambiental**. [internet] 2001. Disponible en : http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/students/bscw.gmd.de_bscw_bscw.cgi_d3_2876429-1_Mn_inicio.html
21. Lenntech. **Cobre**. Wáter treatment. [internet].1998-2017. [consultado 17-07-01]. Disponible en: <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/cu.htm#ixzz4sld5HbaO>
22. gonsalez J. y Bottito M. **Química Ambiental**. [internet]. 2003. Disponible en: http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/students/bscw.gmd.de_bscw_bscw.cgi.
23. Dirección General de Salud Ambiental. **Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano**. D.S. N° 031-2010-SA /Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud; 2011.44 p.
24. Ingeniería de Tratamiento de Aguas Residuales **microbiología en los sistemas de tratamiento de aguas residuales**. Oocities. [internet] 2005. Disponible en: <http://www.oocities.org/edrochac/residuales/microbiologia1.pdf>
25. Apella María C. y Araujo Paula Z. **Microbiología de agua. Conceptos básicos**. SolarSafeWater.2006.
26. Michanie S. **Escherichia Coli**. Scielo. Ganados & Carnes. Buenos Aires Año 3, N° 17:40-42, 2003.
27. OMS. **Manual De Perforación Manual De Pozos Y Equipamiento Con Bombas Manuales**. OPS/CEPIS/04.120 UNATSABAR . Lima, 2004
28. Miranda Z.Norberto. **Tecnología de Aguas. Tratamiento y control de Calidad**. Ingeniería Química. UNA.Puno,2012.



29. López, C., & Martínez, D. (2007). **Análisis básico de parámetros físico-químicos y bacteriológicos del agua potable de Telpaneca, Madriz, Nicaragua.** Encuentro: Revista Académica de la Universidad Centroamericana, (76), 57-66.
30. Castillo V. **Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en la población de la Localidad de Mórrope – Distrito de Mórrope – Departamento de Lambayeque en el periodo de Febrero 2015 – Agosto 2015**[internet] 2015. Disponible en: <file:///C:/Users/Caty/Downloads/articulos%20cati/olor%20articu%20tesis.pdf>
31. Parra Y., Cedeño M., Mendoza,, González y Fuentes. **Clarificación De Aguas De Alta Turbidez Empleando El Mucílago De Opuntia Wentiana** (BRITTON & ROSE) / (CACTACEAE) REDIELUZ Vol. 1 N° 1. Venezuela. Enero - Junio 2011:
32. Marcó et al. **La turbidez como indicador básico de calidad de aguas Potabilizadas a partir de fuentes superficiales.** Propuestas a Propósito del estudio del sistema de potabilización y Distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina). Hsa. [Internet] 2004;4; 72.[Consultado 2017-05-19]. Disponible en: [http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491c_Hig.Sanid.Ambient.4.7_2-82\(2004\).pdf](http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491c_Hig.Sanid.Ambient.4.7_2-82(2004).pdf)
33. Sánchez, T.Alvares y Pacheco. **Calidad del agua subterránea: acuífero sur de Quintana Roo**, [internet] 2016; vol. VII, núm. 4; 10 [consultado 2017-05-19]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3535/353549828005.pdf>
34. Chalarca R., et al. **Aproximación a la determinación del impacto de los vertimientos de las aguas residuales domésticas del municipio de Ayapel, sobre la calidad del agua de la ciénaga.**[internet] Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, núm. 40, junio, 2007, pp. 41-58 Universidad de Antioquia Medellín, Colombia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43004004>
35. Minaya R. **Parámetros Físicos, Químicos, Microbiológicos, Para Determinar La Calidad Del Agua En La Laguna Moronacocha, Época De Transicion**



- Creciente-Vaciante.** UNAP. EPIEG. [internet] Iquitos. Peru. 2016 disponible en: <file:///C:/Users/Caty/Downloads/articulos%20cati/solidos%20totales%20disueltos.pdf>
36. C.M. Villanuevaa,b / M. Kogevinasa / J.O. Grimaltb **Cloración del agua potable en España y cáncer de vejiga** alInstitut Municipal Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales de Barcelona. Departamento de Química Ambiental. [internet].Barcelona. 8 de noviembre de 2000. Disponible en: http://hispaqua.cedex.es/sites/default/files/cloracion_cancer.pdf
37. Mora y Alfaro. **Cálculos en las vías urinarias y su relación con el consumo de calcio en el agua de bebida en costa rica.** [internet]. salud pública vol.9 n.17 San José Dec. 200. Scielo- Costa Rica (2000), disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292000000200008
38. Gomez A. **Determinación Y Disminución De Dureza Total En El Agua Potable De La Ciudad De Machala Mediante Ósmosis Inversa.** Unidad Académica De Ciencias Químicas Y De La Salud. [internet].Machala 2016. Disponible en: <file:///C:/Users/Caty/Downloads/articulos%20cati/dureza%20total.pdf>
39. Figueredo et al. **Cogeneración de trabajo y refrigeración mediante un ciclo basado en una mezcla de amoniaco y agua.** AERMA [internet] 2011; Vol. (15): 03.17. [Consultado 2017 May 21]. Disponible en: <http://www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2011/2011-t003-a003.pdf>
40. Bueno et al, **La Importancia De Nuestro Medioambiente: Estudio Cualitativo De Agua Y Suelo En Iznalloz** [internet].(2011)[consultado 17-junio-8]. Disponible en: <file:///C:/Users/Caty/Downloads/articulos%20cati/hierro.pdf>
41. McFarland, M. y Dozier, M. **problemas del agua potable: el hierro y el manganeso.** Cooperativa de Texas extensión [internet].2004;1. [Consultado 2017 May 21]. Disponible en: <https://texaswater.tamu.edu/resources/factsheets/l5451sironandman.pdf>



42. Agencia de **Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades** (ATSDR) [internet]. 2001; 1. [Consultado 2017 May 21]. Disponible en: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/pdf/toxfaq128.pdf>
43. Campdelacreu J. **Enfermedad de Parkinson y enfermedad de Alzheimer: factores de riesgo ambientales**. [Internet] 2012; 544 [Consultado 2017-05-21]. Disponible en: https://ac.els-cdn.com/S0213485312001090/1-s2.0-S0213485312001090-main.pdf?_tid=8957b706-d6a1-11e7-91a6-00000aacb35d&acdnt=1512137684_268f42997f9e04ca4eed21876d19801e
44. Klaassen curtis D., Watkins III John B. (2005). **Casarett y doull fundamentos de toxicología**, (363).
45. Blanco et al. **Estudios de los niveles de plomo, cadmio, zinc y arsénico en aguas** de la provincia de salamanca. [Internet] 1998; N° 1. [Consultado 2017-05-20]. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/resp/v72n1/plomo.pdf>
46. R. Sáenz. **Determinación del contenido de Sodio y Potasio en aguas naturales** subterráneas por fotometría de llama. [Internet] 2004. [Consultado 2017-05-20]. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/8-Exactas/E-068.pdf>
47. Cabrera et al. **Determinación de nitratos y nitritos en agua**. Comparación de costos entre un método de flujo y un método estándar .RSQM. [internet] 2003; 47 (Num 1) [consultado 2017 May 21]. Disponible en: <file:///C:/Users/hp/Downloads/Determinaci%C3%BDn+de+nitratos+y+nitritos+en+agua.+Comparaci%C3%BDn+de+costos%20%20entre+un+m%C3%BDtodo+de+flujo+contin.pdf>
48. H. Amaya y P. Liseth. **Determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de agua de pozo para el consumo humano en las comunidades la arenera**, san José y el progreso del municipio de concepción Batres en el departamento de Usulután. [internet] 2012 [consultado 2017-05-21]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/2836/1/Trabajo%20Final.pdf>



49. Streitenberger, M. Baldini. **Aporte de los afluentes a la contaminación fecal del estuario de bahía blanca**, argentina. Ica. [Internet] 2016;245 [consultado 2017-05-21]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v32n2/0188-4999-rica-32-02-00243.pdf>
50. Alba et al. **Riesgos microbiológicos en agua de bebida: una revisión clínica**. Qv. [internet] 2013, vol. 12, núm. 3:225 [consultado 2017-05-21] Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/863/86329278004.pdf>
51. Muños et al. **Aislamiento de amebas de vida libre en piscinas públicas de Santiago de Chile**. [Internet] 2003; 110 [Consultado 2017-05-21]. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/parasitol/v58n3-4/art03.pdf>





ANEXOS

**Anexo A****Reglamento de la Calidad del Agua para
Consumo Humano**

DS N° 031-2010-SA.

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE
CALIDAD ORGANOLÉPTICA**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg L^{-1}	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-1} \text{ L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4 = \text{L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500
11. Amoníaco	mg N L^{-1}	1,5
12. Hierro	mg Fe L^{-1}	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L^{-1}	0,4
14. Aluminio	mg Al L^{-1}	0,2
15. Cobre	mg Cu L^{-1}	2,0
16. Zinc	mg Zn L^{-1}	3,0
17. Sodio	mg Na L^{-1}	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad



Anexo B

Reglamento de la Calidad del Agua para
Consumo Humano

DS N° 031-2010-SA.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Anexo C

Reglamento de la Calidad del Agua para
Consumo Humano

DS N° 031-2010-SA.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = $\leq 1,8$ /100 ml



Anexo D

Descriptivos

		N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
TURBIEDAD	ZONA ESTE	5	,0900	,01581	,00707	,0704	,1096	,07	,11
	ZONA NORTE	5	,0800	,01000	,00447	,0676	,0924	,07	,09
	ZONA CENTRO	5	,0800	,01000	,00447	,0676	,0924	,07	,09
	ZONA SUR	5	,0700	,00707	,00316	,0612	,0788	,06	,08
	ZONA OESTE	5	,0500	,00707	,00316	,0412	,0588	,04	,06
	Total	25	,0740	,01683	,00337	,0671	,0809	,04	,11
Ph	ZONA ESTE	5	7,7300	,08155	,03647	7,6287	7,8313	7,63	7,82
	ZONA NORTE	5	7,6000	,10050	,04494	7,4752	7,7248	7,47	7,75
	ZONA CENTRO	5	7,6400	,11979	,05357	7,4913	7,7887	7,48	7,77
	ZONA SUR	5	7,6700	,09083	,04062	7,5572	7,7828	7,58	7,81
	ZONA OESTE	5	7,8800	,08093	,03619	7,7795	7,9805	7,77	7,98
	Total	25	7,7040	,13263	,02653	7,6493	7,7587	7,47	7,98
CONDUCTIVIDAD	ZONA ESTE	5	1,4900	,06745	,03017	1,4062	1,5738	1,40	1,56
	ZONA NORTE	5	2,3200	,06042	,02702	2,2450	2,3950	2,23	2,38
	ZONA CENTRO	5	1,9300	,09165	,04099	1,8162	2,0438	1,79	2,03
	ZONA SUR	5	,0800	,01225	,00548	,0648	,0952	,06	,09
	ZONA OESTE	5	2,4600	,02739	,01225	2,4260	2,4940	2,42	2,49
	Total	25	1,6560	,87651	,17530	1,2942	2,0178	,06	2,49
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	ZONA ESTE	5	,7300	,07906	,03536	,6318	,8282	,63	,83
	ZONA NORTE	5	1,1600	,08246	,03688	1,0576	1,2624	1,02	1,22
	ZONA CENTRO	5	1,0540	,05128	,02293	,9903	1,1177	,99	1,13
	ZONA SUR	5	,0400	,01581	,00707	,0204	,0596	,02	,06
	ZONA OESTE	5	1,2400	,03162	,01414	1,2007	1,2793	1,20	1,28
	Total	25	,8448	,45040	,09008	,6589	1,0307	,02	1,28



CLORUROS	ZONA ESTE	5	191,2040	22,63604	10,12315	163,0976	219,3104	171,46	229,78
	ZONA NORTE	5	223,9160	13,56751	6,06757	207,0697	240,7623	200,46	235,58
	ZONA CENTRO	5	228,4500	59,98379	26,82557	153,9703	302,9297	198,35	335,66
	ZONA SUR	5	334,9560	,41198	,18424	334,4445	335,4675	334,74	335,69
	ZONA OESTE	5	250,3800	46,19464	20,65887	193,0218	307,7382	226,98	332,78
	Total	25	245,7812	59,28978	11,85796	221,3076	270,2548	171,46	335,69
SULFATOS	ZONA ESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA NORTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA CENTRO	5	,0100	,00000	,00000	,0100	,0100	,01	,01
	ZONA SUR	5	,0100	,00000	,00000	,0100	,0100	,01	,01
	ZONA OESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	Total	25	,0040	,00500	,00100	,0019	,0061	,00	,01
DUREZA TOTAL	ZONA ESTE	5	534,7900	27,33827	12,22605	500,8451	568,7349	509,78	576,54
	ZONA NORTE	5	566,0700	70,53892	31,54596	478,4844	653,6556	512,50	687,65
	ZONA CENTRO	5	503,9200	3,30001	1,47581	499,8225	508,0175	501,61	509,00
	ZONA SUR	5	519,1600	11,32584	5,06507	505,0971	533,2229	509,78	534,70
	ZONA OESTE	5	512,5600	12,07834	5,40160	497,5628	527,5572	501,09	527,65
	Total	25	527,3000	38,71881	7,74376	511,3177	543,2823	501,09	687,65
AMONIACO	ZONA ESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA NORTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA CENTRO	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA SUR	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA OESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	Total	25	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
HIERRO	ZONA ESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA NORTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA CENTRO	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA SUR	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA OESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	Total	25	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00



MANGANESO	ZONA ESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA NORTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA CENTRO	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA SUR	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA OESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	Total	25	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
ALUMINIO	ZONA ESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA NORTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA CENTRO	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA SUR	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA OESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	Total	25	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
COBRE	ZONA ESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA NORTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA CENTRO	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA SUR	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA OESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	Total	25	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
ZINC	ZONA ESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA NORTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA CENTRO	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA SUR	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA OESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	Total	25	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
SODIO	ZONA ESTE	5	26,7100	9,25558	4,13922	15,2177	38,2023	12,60	34,00
	ZONA NORTE	5	18,6300	9,14439	4,08949	7,2757	29,9843	9,81	32,16
		5	19,3800	3,60873	1,61387	14,8992	23,8608	14,54	22,54
	ZONA CENTRO	5	22,4200	17,98940	8,04510	,0832	44,7568	11,56	54,21
	ZONA SUR	5	14,6100	3,02841	1,35434	10,8497	18,3703	11,21	19,32
	ZONA OESTE								
	Total	25	20,3500	10,14129	2,02826	16,1639	24,5361	9,81	54,21



NITRATOS	ZONA ESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA NORTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA CENTRO	5	,0100	,00000	,00000	,0100	,0100	,01	,01
	ZONA SUR	5	,0100	,00000	,00000	,0100	,0100	,01	,01
	ZONA OESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	Total	25	,0040	,00500	,00100	,0019	,0061	,00	,01
NITRITOS	ZONA ESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA NORTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	ZONA CENTRO	5	,0100	,00000	,00000	,0100	,0100	,01	,01
	ZONA SUR	5	,0200	,00000	,00000	,0200	,0200	,02	,02
	ZONA OESTE	5	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
	Total	25	,0060	,00816	,00163	,0026	,0094	,00	,02



Anexos E
ANOVA

		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
TURBIEDAD	Entre grupos	,005	4	,001	10,455	,000
	Dentro de grupos	,002	20	,000		
	Total	,007	24			
pH	Entre grupos	,239	4	,060	6,498	,002
	Dentro de grupos	,184	20	,009		
	Total	,422	24			
CONDUCTIVIDAD	Entre grupos	18,369	4	4,592	1312,043	,000
	Dentro de grupos	,070	20	,004		
	Total	18,439	24			
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	Entre grupos	4,801	4	1,200	354,467	,000
	Dentro de grupos	,068	20	,003		
	Total	4,869	24			
CLORUROS	Entre grupos	58652,111	4	14663,028	11,404	,000
	Dentro de grupos	25714,552	20	1285,728		
	Total	84366,663	24			
SULFATOS	Entre grupos	,001	4	,000	5975688922603380000000000000000000,000	,000
	Dentro de grupos	,000	20	,000		
	Total	,001	24			
DUREZA TOTAL	Entre grupos	11946,823	4	2986,706	2,486	,076
	Dentro de grupos	24032,686	20	1201,634		
	Total	35979,509	24			
AMONIACO	Entre grupos	,000	4	,000		
	Dentro de grupos	,000	20	,000		
	Total	,000	24			
HIERRO	Entre grupos	,000	4	,000		
	Dentro de grupos	,000	20	,000		
	Total	,000	24			



MANGANESO	Entre grupos	,000	4	,000	.	.
	Dentro de grupos	,000	20	,000	.	.
	Total	,000	24			
ALUMINIO	Entre grupos	,000	4	,000	.	.
	Dentro de grupos	,000	20	,000	.	.
	Total	,000	24			
COBRE	Entre grupos	,000	4	,000	.	.
	Dentro de grupos	,000	20	,000	.	.
	Total	,000	24			
ZINC	Entre grupos	,000	4	,000	.	.
	Dentro de grupos	,000	20	,000	.	.
	Total	,000	24			
SODIO	Entre grupos	407,907	4	101,977	,990	,436
	Dentro de grupos	2060,393	20	103,020		
	Total	2468,300	24			
NITRATOS	Entre grupos	,001	4	,000	5975688922603380000000000000000000,000	,000
	Dentro de grupos	,000	20	,000		
	Total	,001	24			
NITRITOS	Entre grupos	,002	4	,000	6374068184110272000000000000000000,000	,000
	Dentro de grupos	,000	20	,000		
	Total	,002	24			

Anexos F

IMÁGENES RELEVANTES

➤ Análisis microbiológico de agua de pozos tubulares

Figura1 y 2: Recolección de muestra de agua de pozos tubulares de la Urbanización Satélite.



Figura 3: preparación de Agar para cultivo de coliformes totales, *E. Coli*



Figura 4: lavado de placas Petri para realizar la



Figura 5: Autoclavado a 121°C por 15 minutos



Figura 6: sembrar la muestra en el agar



Figura 7: sembrado de muestras para determinar *E.coli*, coliformes, aerobios.



Figura 8: incubadora a 37°C por 24 horas para coliformes totales



Figura 9: Se observa la incubación de las muestras

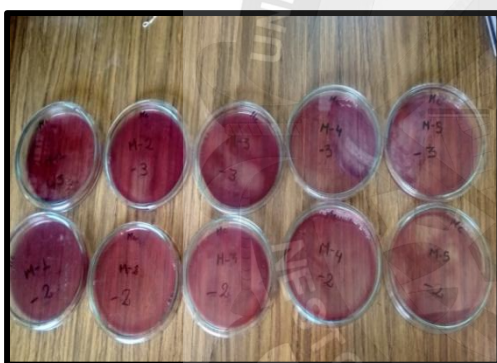


Figura 10: Recuento de la población microbiana de los cultivos



➤ **Análisis físico química**

Figura 11-12: Distribución de las muestras de agua de pozos tubulares de la Urbanización Satélite

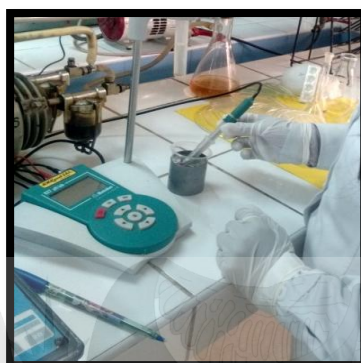
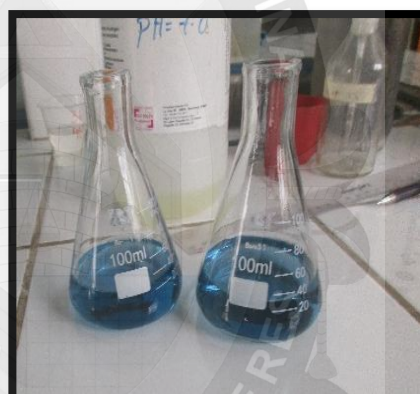


Figura 13: Observación de cada muestra de agua



Resultado final



Dureza total

Alcalinidad

Cloruros

Calcio

Sulfatos



CERTIFICADOS





Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario N° 1150, Telf.: (051)599430 / IP. 10301 / (051) 366080



CONSTANCIA

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO.

HACER CONSTAR:

Que, Doña ANA FLORIAN APAZA SANCA y CATIA ROXANA HALANOCCA TTITO, egresada de la Escuela Académica Profesional de Farmacia y Bioquímica de la UANCV, ha participado en el ensayo microbiológico de agua proveniente de pozos tubulares, en el Laboratorio de Microbiología de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias de nuestra Primera Casa de Estudios.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que viere por conveniente.

Puno, 2017 Abril 20



[Firma]
Dr. Alejandro Coloma Paxi
DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
UNA-PUNO

C.C.
ACP/-

E-mail: direccion.epiai@unap.edu.pe



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Av. Floral 1153, C.U. Telf. (051) 366080 IP. 20102 Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramil.com



LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 005-2017-LENA-EPIA

Datos del solicitante

Nombres y Apellidos : Ana Florian Apaza Sanca
: Catia Roxana Halanocca Tito

Lugar de Procedencia

Escuela Académica Profesional : Farmacia y Bioquímica
UANCV - Juliaca

Fecha de ingreso : 04 de Abril de 2017

Fecha de emisión : 12 de Abril de 2017

Tesis

"DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO - QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS TUBULARES URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA."

Datos de la Muestra

Presentación : Botella PET de 600 ml
Tipo de sistema : N/P
Fecha de producción : N/P
Fecha de vencimiento : N/P
Muestra : Agua de Pozos tubulares
Código de muestras : M1 -M25
Ensayo solicitado : Análisis Físico Químico

Resultados

De acuerdo al informe de los Análisis de laboratorio que obra en los archivos los siguientes resultados:



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Av. Floral 1153, C.U. Telf. (051) 366080 IP. 20102 Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS

Ensayos	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
Turbiedad	0.09	0.08	0.11	0.07	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.09
Ph	77.67	7.82	7.73	7.63	7.80	7.60	7.47	7.57	7.61	7.75	0.64	7.48	7.57
Conductividad (µmho/cm)	1.58	1.40	1.45	1.49	1.55	2.32	2.37	2.30	2.23	2.38	1.93	1.79	1.99
Solidos Totales Disueltos (mg/L-1)	0.63	0.68	0.83	0.73	0.78	1.22	1.22	1.18	1.16	1.02	1.03	0.99	1.13
Cloruros (mg Cl - L-1)	178.98	171.46	187.47	188.33	229.78	226.98	227.14	229.42	235.58	200.46	198.35	205.36	201.45
Sulfatos (mg SO ₄ = L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Dureza Total (mg CaCO ₃ L-1)	509.78	576.54	532.43	543.60	511.60	512.50	523.53	545.67	561.00	687.65	501.76	509.0	505.56
Amoníaco (mg N L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hierro (mg Fe L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Manganeso (mg Mn L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aluminio (mg Al L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobre (mg Cu L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc (mg Zn L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sodio (mg Na L-1)	34.00	21.94	32.00	33.01	12.6	13.52	9.81	23.7	32.16	13.96	22.54	21.44	16.51
Nitratos (mg NO ₃ L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Nitritos (mg NO ₂ L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01

Ensayos	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25
Turbiedad	0.09	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.08	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05
Ph	7.74	7.77	7.67	7.69	7.60	7.58	7.81	7.77	7.98	7.88	7.84	7.93
Conductividad (µmho/cm)	2.03	1.91	0.09	0.08	0.06	0.09	0.08	2.46	2.42	2.49	2.48	2.45
Solidos Totales Disueltos (mg/L-1)	1.06	1.06	0.06	0.02	0.04	0.03	0.05	1.28	1.22	1.26	1.24	1.20
Cloruros (mg Cl - L-1)	201.43	335.66	335.69	334.83	334.78	334.74	334.74	332.78	226.98	227.14	229.42	235.58
Sulfatos (mg SO ₄ = L-1)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dureza Total (mg CaCO ₃ L-1)	501.61	501.67	534.7	527.77	512.23	511.32	509.78	504.85	501.09	527.65	505.76	523.45
Amoníaco (mg N L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hierro (mg Fe L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Manganeso (mg Mn L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aluminio (mg Al L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobre (mg Cu L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc (mg Zn L-1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sodio (mg Na L-1)	14.54	21.87	54.21	18.61	15.42	12.3	11.56	11.21	13.54	13.55	15.43	19.32
Nitratos (mg NO ₃ L-1)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nitritos (mg NO ₂ L-1)	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CONCLUSION: Los resultados físicos químicos de las muestras de los pozos tubulares están conformes.



Ing. OSWALDO ARPAS ALCA
Control de Calidad de Alimentos
LABORATORIO
C.I.P. 160625



Puno, C.U. 12 de abril del 2017
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial
Luis Alberto Jimenez Monroy
M.Sc. AGROINDUSTRIAL
C.I.P. 18612
JEFE DE LABORATORIO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario N° 1150, Telf.: (051)599430/IP 10301/(051)366080



INFORME DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO N° 03-001/17

- I. Datos del solicitante**
Nombres y Apellidos : Ana Florian Apaza Sanca
: Catia Roxana Halanocca Ttito
- II. Tesis**
"Determinación de la Calidad Físico - Química y Microbiológica del Agua para Consumo Humano de Pozos Tubulares Urbanización Satélite de la Ciudad de Juliaca."
- III. Datos del servicio**
N° De Solicitud del Servicio : 03-001/MPMA
Fecha de ingreso : 04 De Abril De 2017
Servicio de solicitud : Análisis Microbiológico
- IV. Nombre del Producto** : Agua para Consumo Humano
- V. Datos de la Muestra**
Presentación : Botella PET de 600 ml
Tipo de sistema : N/P
Fecha de producción : N/P
Fecha de vencimiento : N/P
Tamaño de lote : Agua de Pozos
- VI. Aspectos Técnicos de la Muestra**
Muestreo de la muestra : el solicitante
Condición de la muestra : Muestra Recibida en Laboratorio
Detalle de la muestra : agua
N° de unidades de la muestra : 25 muestras
Código de muestras : M1 -M25
Para ensayo en laboratorio : 03-001/17
Identificación de la muestra : sin muestra dirimente
- VII. Fecha de Ensayo** : 05 -07 de abril de 2017

E-mail: direccion.epiai@unap.edu.pe



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario N° 1150, Telf.: (051)599430/IP. 10301/(051)366080



VIII. Resultados de Análisis Microbiológico

VALORES OBTENIDOS			
NUMERO DE MUESTRAS	Coliformes Totales	Escherichia Coli	Coliformes Termotolerantes
1	1.9/100ml	Negativo	Negativo
2	1.9/100ml	Negativo	Negativo
3	1.9/100ml	Negativo	Negativo
4	1.9/100ml	Negativo	Negativo
5	1.9/100ml	Negativo	Negativo
6	1.9/100ml	Negativo	Negativo
7	1.9/100ml	Negativo	Negativo
8	1.9/100ml	Negativo	Negativo
9	1.9/100ml	Negativo	Negativo
10	1.9/100ml	Negativo	Negativo
11	1.9/100ml	Negativo	Negativo
12	1.9/100ml	Negativo	Negativo
13	1.9/100ml	Negativo	Negativo
14	1.9/100ml	Negativo	Negativo
15	1.9/100ml	Negativo	Negativo
16	1.9/100ml	Negativo	Negativo
17	1.9/100ml	Negativo	Negativo
18	2.3/100ml	Negativo	Negativo
19	2.4/100ml	Negativo	Negativo
20	2.2/100ml	Negativo	Negativo
21	1.9/100ml	Negativo	Negativo
22	2.0/100ml	Negativo	Negativo
23	2.1/100ml	Negativo	Negativo
24	2.1/100ml	Negativo	Negativo
25	1.9/100ml	Negativo	Negativo

E. P. INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
Laboratorio de Evaluación Microbiológica
JEFATURA Dr. Alejandro Coloma Paxi
Jefe de Laboratorio de Microbiología
F.C.A. UNA PUNO

E-mail: direccion.epiai@unap.edu.pe

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

"Año del buen servicio al ciudadano"

CERTIFICADO DE ANALISIS PARASITOLOGICO

1. DATOS GENERALES

Solicitante	Catia Roxana Halanocca Ttito Ana Florian Apaza Sanca
Procedencia	Juliaca
Muestra	Agua de pozos tubulares de la urbanización satélite
Motivo	Análisis Parasitológico de agua de pozos tubulares
N° de muestras	01 – 25 muestras
Fecha de muestreo	15- 05-2017
Método de análisis	Técnica por floculación y kinyoun para huevos de helminto, quistes y protozoarios.

2. RESULTADOS

MUESTRA	Amebas De Vida Libre	Endolimax Nana	Detritus Vegetales
1	10 org/l		
2	11 org/l		
3	9 org/l		
4	13 org/l		
5	8 org/l		
6	9 org/l	3 org/l	
7	4 org/l	4 org/l	
8	6 org/l	2 org/l	
9	5 org/l	5 org/l	
10	4 org/l	4 org/l	X
11	4 org/l		X
12	6 org/l		X
13	5 org/l		X
14	4 org/l		X
15	3 org/l		X
16			Xx
17			Xx
18			Xx
19			Xx
20			Xx
21	10 org/l	10 org/l	
22	11 org/l	9 org/l	
23	12 org/l	7 org/l	
24	12 org/l	9 org/l	
25	11 org/l	8 org/l	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA



"Año del buen servicio al ciudadano"

3. IDENTIFICACION

- No se observan parásitos, ni huevos de parásitos
- Protozoos.- Se observan amebas de vida libre, rotíferos y quistes de *endolimax nana*.
- Vegetales.- se observan algas y detritus vegetales.

4. INTERPRETACION

Las muestras de agua de pozos tubulares de la urbanización satélite Juliaca, se encuentran contaminados con detritus vegetales, amebas de vida libre y *endolimax nana*, por lo tanto presentan contaminación de origen fecal y de aguas estancadas.

CU, 17 de mayo del 2017

MS.c VICKY G. GONZALES ALCOS
Jefe del Área de Microbiología FCCBB
UNA - PUNO



INFORME FINAL



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



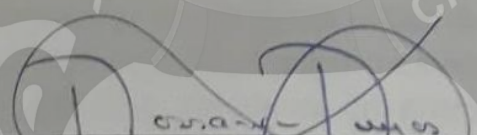
TESIS

"DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICA MICROBIOLÓGICA
DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS TUBULARES DE LA
URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA".

PRESENTADA POR:

Bach. APAZA SANCA, ANA FLORIAN
Bach. HALANOCCA TTITO, CATIA ROXANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICO


DRA. ROSSANA ELENA REYES SCHULTZ
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

JULIACA – PERÚ

2018



"DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICA MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS TUBULARES DE LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA".

"DETERMINATION OF THE PHYSICAL CHEMICAL MICROBIOLOGICAL QUALITY OF THE WATER FOR HUMAN CONSUMPTION OF TUBULAR WELLS OF THE SATELLITE URBANIZATION OF THE CITY OF JULIACA".

APAZA A.¹
HALANOCA C.²

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la característica físico química microbiológica del agua para consumo humano de pozos tubulares de la urbanización de satélite de la Ciudad de Juliaca. **Material y Métodos:** Materiales para determinar las características físicas organolépticas comprenden equipos de vidrio con la función de recipientes, los materiales utilizados para evaluar las características químicas comprenden equipos, materiales de vidrio, reactivos y materiales de laboratorio. Para evaluar el contenido microbiológico se dispuso de material de vidrio y equipos de laboratorio que son microscopios y reactivos. **Resultados:** Las características físicas organolépticas concluyeron que las aguas de pozos tubulares se encuentran Apto de acuerdo al reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011). Las características químicas evaluadas indican que existe un nivel elevado que supera el límite máximo permisible de dureza total, se consideró como No Apto de acuerdo con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011). Los demás ítems se encuentran clasificados como Apto. La evaluación microbiológica de las aguas de pozos tubulares muestra presencia de coliformes totales y organismos de vida libre, sobre pasando el límite máximo permisible; considerando al agua de pozo tubular de la urbanización satélite como No Apto de acuerdo con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011). **Conclusiones:** Las características fisicoquímicas del agua de pozos tubulares de la urbanización satélite se muestran como Aptas según la normatividad por la DIGESA, sin embargo los parámetros microbiológicos evidencian contaminación de bacterias coliformes totales y presencia de microorganismos de vida libre(amebas, *Endolimax nana*) las cuales nos indican No Aptas según el reglamento de calidad de agua bebible para el consumo humano, por ende se considera que el agua de pozos tubulares de la urbanización satélite de la Ciudad de Juliaca no cumple con todos los estándares obligatorios de calidad para su consumo.

Palabras clave: Agua, pozo tubular, fisicoquímica, microbiológica.

1. APAZA SANCA, Ana Florian

anaflorian.215@gmail.com

celular: 983-793605

2. HALANOCCA TTITO, Roxana Catia

catiarth@gmail.com

celular: 935-959852



ABSTRACT

Objective: To evaluate the physical chemical microbiological characteristics of water for human consumption of tubular wells of the satellite urbanization of the City of Juliaca. **Material and Methods:** The materials to determine the organoleptic physical characteristics include glass equipment with the function of containers, the materials used to evaluate the chemical characteristics include equipment, glass materials, reagents and laboratory materials. To evaluate the microbiological content, glass materials and laboratory equipment including microscopes and reagents were available. **Results:** The physical organoleptic characteristics concluded that the waters of tubular wells are as apt accordance with the regulation of the quality of water for human consumption-DIGESA (2011). The chemical characteristics evaluated indicate that there is a high level that exceeds the maximum permissible limit of total hardness, item that was considered as not suitable according to the regulation of water quality for human consumption-DIGESA (2011); the other items are classified as apt. The microbiological evaluation of the waters of tubular wells shows the presence of total coliforms and free-living organisms, exceeding the maximum permissible limit; considering the tubular well water of the satellite urbanization as not suitable according to the regulation of water quality for human consumption-DIGESA (2011). **Conclusions:** The physicochemical characteristics of water from tubular wells of the satellite urbanization are shown as apt according to the regulations established by DIGESA, however the microbiological parameters show contamination of total coliform bacteria and the presence of free-living microorganisms (amoebas, Endolimax nana) which indicate us as not suitable according to the drinking water quality regulation for human consumption, therefore it is considered that the water from tubular wells of the satellite urbanization of the City of Juliaca does not meet all the mandatory quality standards for its consumption.

Keywords: Water, tubular well, physicochemistry, microbiological.



INTRODUCCIÓN

Actualmente la población mundial se encuentra en alerta debido a la emergencia relacionada con el agua, la causa principal es el aumento exponencial de la población que establecería una mayor demanda de alimentos y de agua potable, por lo tanto la humanidad ejerce una mayor presión sobre los ecosistemas¹. Esto implica que solo un grupo de personas tengan un acceso directo de agua considerada consumible. Debido a esto uno de los objetivos establecidos por la Organización de Naciones Unidas (ONU) legada para el año 2015 enfatiza el tema de agua y el saneamiento como parte de las medidas básicas para suministrar el agua bebible apta para el consumo doméstico y humano de servicios de saneamiento a toda la población.² Sin embargo la población continúa creciendo de forma exponencial y se presenta mucha dificultad en el tema de acceso al agua bebible o potable y busca otras alternativas de obtener agua, ejemplo de ello son los pozos tubulares; con el propósito de substituir una necesidad como es la carencia de agua potable; esta realidad es un problema de impacto social.³ El aprovechamiento inadecuado de las aguas subterráneas origina varios inconvenientes. El riesgo constante es la contaminación química y contaminación microbiana, si la contaminación es causada por microorganismos patógenos es viable la cabida de originar enfermedades^{4,5,6}. Las aguas de pozos tubulares que se utiliza en la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca, no cuenta con ningún tipo de tratamiento de potabilización, ni monitoreo medioambiental por lo que se debe de considerar como de especial importancia y determinar los parámetros físico - química y microbiológica.

Hipótesis: El agua para consumo humano de pozos tubulares en la Urbanización Satélite de la Ciudad de Juliaca se encuentra dentro de los parámetros establecidos de calidad que indica la norma técnica.



Objetivo: Evaluar la característica físico-química y microbiológica del agua para consumo humano de pozos tubulares en la urbanización de satélite de la Ciudad de Juliaca.

Conclusiones: Las características fisicoquímicas del agua de pozos tubulares de la urbanización satélite se muestran como Aptas según la normatividad establecida por la DIGESA, los parámetros microbiológicos evidencian contaminación de bacterias coliformes totales y presencia de microorganismos de vida libre(amebas, *Endolimax nana*) las cuales nos indican como No Aptas según el reglamento de calidad de agua bebibible para el consumo humano, por ende se considera que el agua de pozos tubulares de la urbanización satélite de la Ciudad de Juliaca no cumple con todos los estándares obligatorios de calidad para su consumo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El tipo de investigación fue descriptivo - comparativo, experimental, prospectivo y transversal con una línea de investigación en microbiología ubicándose en el cuarto nivel investigativo.

La población está constituida por 400 familias dentro de la Urbanización (Satélite) de la Ciudad de Juliaca que utilicen agua para su consumo provenientes de pozos tubulares. Las familias se encuentran distribuidas en 25 manzanas, para determinar la muestra se utilizó la técnica de muestreo aleatorio por conveniencia.

La prueba para determinar las características físicas, fue la determinación organoléptica que está establecida en el reglamento de la calidad del agua

para consumo humano-DIGESA (2011). Para ello se utilizó las muestras de agua de pozo tubular extraídas en el momento.

La evaluación de las características químicas fueron determinadas de acuerdo a los métodos propios de cada uno de los indicadores de salubridad en agua, estos ítems son: turbiedad, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, cloruros, sulfatos, dureza total, amoníaco, hierro, manganeso, aluminio, cobre, zinc sodio, nitratos y nitritos. Los datos obtenidos se contrastaron con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011), quien indica de manera específica los límites máximos permisibles de cada una de estas sustancias, considerándolas finalmente como Aptas o No Aptas para el consumo de acuerdo a los resultados hallados.

La evaluación microbiológica fue estudiada bajo técnicas microscópicas, los indicadores para el agua indica que no deben superar el límite máximo permisible los siguientes microorganismos: coliformes totales, coliformes termotolerantes, organismos de vida libre y *Escherichia Coli*, Los datos obtenidos se contrastaron con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011)

RESULTADOS

El primer objetivo específico: fue el de evaluar las características físicas del agua para consumo humano proveniente de pozos tubulares de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Los indicadores estudiados fueron: olor, sabor y color. Los indicadores muestran que el agua de pozo tubular de la urbanización Satélite se encuentra como Apto para el consumo comparado con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011). Los resultados se presentan. **(Ver tab.1)**



El segundo objetivo específico: Evalúa los parámetros químicos del agua para consumo humano proveniente de pozos tubulares de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Los indicadores estudiados fueron: turbiedad, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, cloruros, sulfatos, dureza total, amoníaco, hierro, manganeso, aluminio, cobre, zinc sodio, nitratos y nitritos. El ítem dureza total se encuentra como No Apto para el consumo de acuerdo con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011). Los resultados se presentan. **(Ver tab. 2)**

El tercer objetivo específico: Analizar el contenido microbiológico del agua para consumo humano proveniente de pozos tubulares de la Urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. Los indicadores estudiados fueron: bacterias coliformes totales, *E. coli*, bacterias coliformes tolerantes y organismos de vida libre. De acuerdo a las pruebas realizadas se detectó la presencia de coliformes totales y organismos de vida libre superando el límite máximo permisible comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-DIGESA (2011). Los datos obtenidos se detallan. **(Ver tab. 3)**

La prueba estadística para comparaciones múltiples fue ANOVA, que evidencia la existencia de diferentes niveles de medidas en cada zona de muestreo ubicados en la urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca. La significancia menor a 0,05 indica que existe diferencia entre las medidas obtenidas. Se detalla. **(Ver tab. 4)**



TABLA 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA DE POZOS TUBULARES DE LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA. 2017.

PARÁMETROS FÍSICOS			
ZONAS DE MUESTREO	OLOR	COLOR	SABOR
ZONA SUR	Aceptable	Aceptable	Aceptable
ZONA ESTE	Aceptable	Aceptable	Aceptable
ZONA CENTRO	Aceptable	Aceptable	Aceptable
ZONA OESTE	Aceptable	Aceptable	Aceptable
ZONA NORTE	Aceptable	Aceptable	Aceptable

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-Digesa (2011).



TABLA 2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA DE POZOS TUBULARES DE LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA. 2017.

PARÁMETROS QUÍMICOS																
ZONAS DE MUESTREO	PH	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	SÓLIDOS			DUREZA TOTAL	AMONIACO	HIERRO	MANGANESO	ALUMINIO	COBRE	ZINC	NITRITOS	NITRATOS	SODIO
				TOTALES	CLORUROS	SULFATOS										
				DISUELTOS												
							No									
ZONA SUR	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto
							No									
ZONA ESTE	Apto	Apto	Apto	Apto	No Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto
							No									
ZONA CENTRO	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto
							No									
ZONA OESTE	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto
							No									
ZONA NORTE	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-Digesa (2011).



TABLA 3. CONTENIDO MICROBIOLÓGICO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO PROVENIENTE DE POZOS TUBULARES DE LA URBANIZACIÓN SATÉLITE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

MICROORGANISMOS				
ZONAS DE MUESTREO	BACTERIAS COLIFORMES			
	COLIFORMES TOTALES	<i>E. COLI</i>	TOLERANTES	ORGANISMOS DE VIDA LIBRE
ZONA SUR	No Apto	Apto	Apto	No Apto
ZONA ESTE	No Apto	Apto	Apto	No Apto
ZONA CENTRO	No Apto	Apto	Apto	No Apto
ZONA OESTE	No Apto	Apto	Apto	No Apto
ZONA NORTE	No Apto	Apto	Apto	No Apto

FUENTE: Elaboración propia a base de los datos obtenidos y comparados con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano-Digesa (2011).

TABLA 4. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS ELEMENTOS QUÍMICOS DEL AGUA DE POZO TUBULAR DE LAS DIFERENTES ZONAS DE LA URBANIZACIÓN SATÉLITE.

		SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA CUADRÁTICA	F	SIG.
TURBIEDAD	Entre grupos	,005	4	,001	10,455	,000
	Dentro de grupos	,002	20	,000		
	Total	,007	24			
pH	Entre grupos	,239	4	,060	6,498	,002
	Dentro de grupos	,184	20	,009		
	Total	,422	24			
CONDUCTIVIDAD	Entre grupos	18,369	4	4,592	1312,043	,000
	Dentro de grupos	,070	20	,004		
	Total	18,439	24			
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	Entre grupos	4,801	4	1,200	354,467	,000
	Dentro de grupos	,068	20	,003		
	Total	4,869	24			
CLORUROS	Entre grupos	58652,111	4	14663,028	11,404	,000
	Dentro de grupos	25714,552	20	1285,728		
	Total	84366,663	24			
SULFATOS	Entre grupos	,001	4	,000	5,98 x 10 ⁻⁹	,000
	Dentro de grupos	,000	20	,000		
	Total	,001	24			
DUREZA TOTAL	Entre grupos	11946,823	4	2986,706	2,486	,076
	Dentro de grupos	24032,686	20	1201,634		
	Total	35979,509	24			
SODIO	Entre grupos	407,907	4	101,977	,990	,436
	Dentro de grupos	2060,393	20	103,020		
	Total	2468,300	24			
NITRATOS	Entre grupos	,001	4	,000	5,9 x 10 ⁻⁹	,000
	Dentro de grupos	,000	20	,000		
	Total	,001	24			
NITRITOS	Entre grupos	,002	4	,000	6,37 x 10 ⁻⁹	,000
	Dentro de grupos	,000	20	,000		
	Total	,002	24			

FUENTE: Elaboración propia



DISCUSIÓN

Según nuestros resultados podemos indicar que no existe presencia de precipitados. Marcó et al., (2004) indica que la presencia de turbidez en el agua puede deberse a un tratamiento insuficiente en la planta de potabilización o pozo tubular. Sanchez T., Alvarez y Pacheco J. (2016) indica que las muestras de agua subterránea presentaron valores de pH de 6.71 a 8.23, indicando que el agua fue moderadamente alcalina en los periodos estudiados. No obstante, ninguna de las muestras analizadas esta fuera de los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994.

Chalarca R., Mejia y Aguirre N. (2006) indican en sus resultados que temporalmente la corriente eléctrica presento cambios significativos en valores altos los meses de marzo y abril (periodo de aguas bajas). Esto explica porque la época de aguas bajas la concentración de iones se incrementa posiblemente por el aumento en las tasas de descomposición de la materia orgánica .Minaya, (2017) De acuerdo a los parámetros evaluados, se encontró que los Sólidos Totales Disueltos (TSS) mostraron un comportamiento relacionado al nivel de las aguas durante el tiempo de estudio; las variables de Temperatura y Transparencia mostraron valores decreciente conforme lo hacía el nivel de las aguas de la laguna.

Villanueva M., Kogevinas y Grimalt J. (2001) indican que las aguas subterráneas, al tener una menor cantidad de precursores organicos y requieren una dosis inferior de cloro, darán lugar a concentraciones más reducidas de sudproductos de la cloración que las aguas superficiales. Sanchez T., Álvarez y Pacheco J. (2016) La concentración del ion sulfato en las aguas de bebida ha sido motivo de atención debido a su acción catártica, habiéndose encontrado un efecto laxante de las aguas que contienen más de 750 mg/l.

McFarland M., Dozier M. (2004) mencionan que el agua contaminada con manganeso usualmente contiene bacterias de manganeso, estas bacterias se



alimentan de los minerales que hay en el agua. No causan problemas de salud pero si forman una baba rojiza que indica la presencia de manganeso ocasionando taponamiento en los sistemas de agua. Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR) (2001) indican que los individuos expuestos a niveles altos de manganeso por largo tiempo sufren perturbaciones mentales y emocionales, exhibiendo movimientos lentos y faltos de coordinación, esta combinación de síntomas ocasionan la enfermedad llamada manganismo que es ocasionada porque han estado expuestos por mucho tiempo a este mineral dañando así una parte del cerebro que ayuda a controlar los movimientos.

Blanco et al., (1998) indica que la contaminación ambiental por zinc, y sus efectos sobre la población, no son tan conocidos como en el caso de otros elementos (cadmio, plomo, arsénico). En el estudio demuestran que no se han observado diferencias importantes en el grado de contaminación de las aguas de los pozos por dicho elemento.

Cabrera et al., (2003) indican que la presencia de niveles de nitrato en aguas naturales son un indicador importante de la calidad del agua por encontrarse relacionados con el ciclo de nitrógeno del suelo y plantas superiores. Sin embargo los nitratos también pueden ser añadidos por fertilización pudiendo ocasionar que los niveles de estos aumenten.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sevilla C. Guía de Consulta para la Prevención y la Gestión de Conflictos Hídricos. ANA, MINAGRI. 2014.
2. ONU. El agua fuente de vida. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas División de Desarrollo Sostenible 2 UN PLAZA, DC2, Room 2024 Nueva York, N.Y. 10017 – EE. UU.2005-2015.
3. Cázares M., Alcantara A. Análisis microbiológico de la calidad del agua de ciudad Nezahualcóytl, acorde a la norma oficial mexicana nom-127-ssa1-1994. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Argentina, 2014.
4. Calsin K. Calidad Física, Química Y Bacteriológica De Aguas Subterráneas De Consumo Humano En El Sector De Taparachi Iii De La Ciudad De Juliaca. Universidad Nacional Altiplano. Puno, 2016.
5. Fabián P., Wong M. y Naguiomy J. Análisis de la calidad de agua potable y estrategias de intervención para su mejor uso en el distrito de Huaura. Repertorio institucional UNJFSC, Huacho, 2016.
6. Sierra R., Carlos A. Calidad del Agua: Evaluación y Diagnostico. Bogotá, CO: Ediciones de la U, 2011.